

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Ana Cláudia Silveira Alexandre

**ESTUDO DO MESOCARPO DE MELANCIA (*Citrullus lanatus*) E DE SEU
APROVEITAMENTO NA ELABORAÇÃO DE PICLES**

**Diamantina
2018**

Ana Cláudia Silveira Alexandre

**ESTUDO DO MESOCARPO DE MELANCIA (*Citrullus lanatus*) E DE SEU
APROVEITAMENTO NA ELABORAÇÃO DE PICLES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: David Lee Nelson

Coorientadores: Lílían de Araújo Pantoja e
Alexandre Soares dos Santos

**Diamantina
2018**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

A381e Alexandre, Ana Cláudia Silveira
Estudo do mesocarpo de melancia (*Citrullus lanatus*) e de seu aproveitamento na elaboração de picles / Ana Cláudia Silveira Alexandre. – Diamantina, 2018.
98 p. : il.

Orientador: David Lee Nelson
Coorientadores: Lílian de Araújo Pantoja, Alexandre Soares dos Santos

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Entrecasca. 2. Conserva de vegetais. 3. Fermentação.
4. *Lactobacillus acidophilus*. I. Nelson, David Lee. II. Pantoja, Lílian de Araújo. III. Santos, Alexandre Soares dos. IV. Título.
V. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 664

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

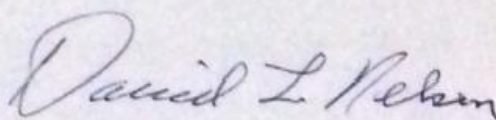
ANA CLÁUDIA SILVEIRA ALEXANDRE

Estudo do mesocarpo de melancia (*Citrullus lanatus*) e de seu aproveitamento na elaboração de picles

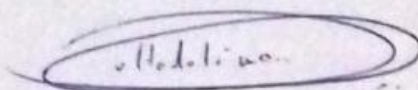
Dissertação apresentada ao
MESTRADO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, nível
de MESTRADO como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MAGISTER SCIENTIAE EM CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Orientador : Prof. Dr. David Lee Nelson

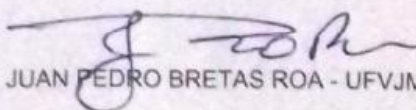
Data da aprovação : 09/05/2018



Prof.Dr. DAVID LEE NELSON - UFVJM



Prof.Dr. GUSTAVO MOLINA - UFVJM



Prof.Dr. JUAN PEDRO BRETAS ROA - UFVJM

Aos meus pais, Maria Ângela e Miguel (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que abriu portas e direcionou minha caminhada.

Aos meus pais, por todo amor, dedicação e ensinamentos.

À minha irmã, pelo carinho e paciência.

À minha família, pelas orações e pela torcida.

Ao Antônio, pela paciência e compreensão.

Aos amigos do PPGCTA, em especial Gabriela, Fernanda, Kássia e Regiane, pela convivência e ajuda prestada.

Aos queridos amigos que Diamantina me proporcionou, por todos os momentos vividos, experiências trocadas e companheirismo.

Às minhas queridas amigas de república, Gabriela e Lorena, pela amizade, convivência e carinho durante todo este período.

Ao meu orientador, professor Dr. David Lee Nelson, por todos os ensinamentos, pela oportunidade, generosidade e paciência.

Aos professores Dra. Lílian de Araújo Pantoja e Dr. Alexandre Soares dos Santos, por todo apoio e empenho, mostrando-se sempre dispostos a me auxiliar. E por terem cedido toda a estrutura dos laboratórios, dos quais são responsáveis, para a realização deste trabalho.

À professora Dra. Cíntia Lacerda Ramos, pelo apoio e por ter oferecido direcionamento e novas perspectivas para este trabalho.

À professora Dra. Rosane Freitas Schwan e ao departamento de biologia da UFLA, pela ajuda prestada.

Ao Departamento de Alimentos, em especial aos professores Dr. Márcio Schmiele e Dr. Paulo Costa Sobrinho, pelas sugestões, ensinamentos e apoio.

À Indústria Christian Hansen e Comercio Ltda., pela cultura láctica cedida para realização dos ensaios de fermentação láctica.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro.

À UFVJM, por proporcionarem estrutura adequada para a realização deste trabalho.

À Diamantina, esta cidade maravilhosa que me acolheu e me proporcionou diversos momentos felizes.

RESUMO

A melancia (*Citrullus lanatus*) é um fruto refrescante que apresenta versatilidade de consumo e considerável potencial nutricional; entretanto, é responsável por uma grande geração de resíduos, sendo o mesocarpo (entrecasca), o principal destes. Este resíduo agrícola subutilizado é uma boa alternativa para aproveitamento e desenvolvimentos de novos produtos. O presente estudo relata a possibilidade de agregação de valor ao mesocarpo de melancia por meio do desenvolvimento de pickles acidificados e fermentados. A eficiência do emprego de culturas *starters*, cultura autóctone isolada e cultura de *Lactobacillus acidophilus* foram avaliados e comparados em relação à fermentação natural do mesocarpo de melancia. As fermentações foram acompanhadas por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, e os produtos foram caracterizados quanto à composição centesimal, físico-química, qualidade microbiológica e sensorial. Inferiu-se que a existência de bactérias lácticas durante os processos fermentativos do mesocarpo de melancia afetou a comunidade microbiana presente, resultando no consumo de carboidratos, produção de ácidos orgânicos e acidificação do meio fermentativo. Nas fermentações adicionadas de culturas *starters*, foram alcançados menores valores de pH ao final dos processos fermentativos, sendo atingidos pH 3,52 (cultura *starter* autóctone isolada) e pH 3,68 (cultura *starter* *L. acidophilus*). A fermentação do mesocarpo de melancia resultou em produtos com maior valor nutricional, mais seguros e estáveis. Determinou-se que os pickles desenvolvidos foram seguros do ponto de vista microbiológico, além de apresentarem maior potencial bioativo que o mesocarpo *in natura*. Os melhores resultados sensoriais foram encontrados para os pickles não fermentados.

Palavras-chave: Entrecasca. Conserva de vegetais. Fermentação. *Lactobacillus acidophilus*.

ABSTRACT

The watermelon (*Citrullus lanatus*) is a refreshing fruit that presents versatility for consumption and considerable nutritional potential; however, it is responsible for a large generation of residues, the mesocarp (inner rind) being the principal residue. This underutilized agricultural residue is a good alternative for the use and development of new products. The present study reports the possibility of increasing the value to the watermelon mesocarp through the development of acidified and fermented pickles. The efficiency of the use of starter cultures, isolated autochthonous culture and a culture of *Lactobacillus acidophilus* were evaluated and compared to the natural fermentation of the watermelon mesocarp. The fermentations were accompanied by physicochemical and microbiological analyses, and the products were characterized with regard to the proximate composition, physicochemical characteristics and the microbiological and sensorial qualities. It was inferred that the existence of lactic bacteria during the fermentative processes of the watermelon mesocarp affected the microbial community present, resulting in the consumption of carbohydrates, production of organic acids and acidification of fermentative media. In the fermentations to which starter cultures were added, lower pH values were reached at the end of the fermentation process, reaching pH 3.52 (native starter culture isolated) and pH 3.68 (*L. acidophilus* culture starter). The fermentation of the watermelon mesocarp resulted in products with higher nutritional value, being more secure and stable. The pickles developed were found to be safe from a microbiological point of view, in addition to having a greater bioactive potential than the fresh mesocarp. The best sensory results were obtained for the unfermented pickles.

Keywords: Mesocarp, Canned vegetables. Fermentation. *Lactobacillus acidophilus*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Melancia variedade Manchester.....	16
Figura 2- Estrutura química do aminoácido citrulina.....	21
Figura 3 – Resultado da análise de pH de amostras de salmoura (10%) durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.	44
Figura 4 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras (log UFC/mL de salmoura a 10%) durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.....	44
Figura 5 – Resultado da análise de pH de amostras de salmoura (8%) durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.	46
Figura 6 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras (log UFC/mL de salmoura a 8%) durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.....	46
Figura 7 – Resultado da análise de pH de amostras do meio fermentativo nos ensaios de fermentação.	47
Figura 8 – Resultado das análises de pH de amostras de salmoura (8%) durante as fermentações da entrecasca de melancia.	49
Figura 9 – Resultado das análises de acidez total titulável (%ácido láctico) de amostras de salmoura durante as fermentações da entrecasca de melancia.	49
Figura 10 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras (log UFC/mL de salmoura) durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.....	50
Figura 11 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras (log UFC/mL de salmoura) durante a fermentação com adição de <i>starter</i> isolado.....	52
Figura 12 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras (log UFC/mL de salmoura) durante a fermentação com adição de <i>starter L. acidophilus</i>	52
Figura 13 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras (log UFC/mL de salmoura) durante a fermentação com adição de <i>starter L. acidophilus</i>	53
Figura 14 – Resultado das análises de açúcares de amostras de salmoura durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.....	54

Figura 15 – Resultado das análises de açúcares de amostras de salmoura durante a fermentação da entrecasca de melancia com adição do <i>starter</i> isolado.....	54
Figura 16 – Resultado das análises de açúcares de amostras de salmoura durante a fermentação da entrecasca de melancia com adição do <i>starter</i> <i>L. acidophilus</i>	55
Figura 17 – Resultado das análises de ácidos orgânicos de amostras de salmoura durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.	55
Figura 18 – Resultado das análises de ácidos orgânicos de amostras de salmoura durante a fermentação da entrecasca de melancia com adição do <i>starter</i> isolado.....	56
Figura 19 – Resultado das análises de ácidos orgânicos de amostras de salmoura durante a fermentação da entrecasca de melancia com adição do <i>starter</i> <i>L. acidophilus</i>	56
Figura 20 – Relação entre os resultados das análises de ácidos orgânicos e pH de amostras de salmoura durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.....	57
Figura 21 – Relação entre os resultados das análises de ácidos orgânicos e pH de amostras de salmoura durante a fermentação da entrecasca de melancia com adição de <i>starter</i> isolado. ..	58
Figura 22 – Relação entre os resultados das análises de ácidos orgânicos e pH de amostras de salmoura durante a fermentação da entrecasca de melancia com adição de <i>starter</i> <i>L. acidophilus</i>	58
Figura 23 - Sequências nucleotídicas do gene 16S rRNA dos produtos de PCR purificados de isolados (a) M7, (b) M8.	59
Figura 24 – Picles de entrecasca de melancia desenvolvidos na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG.	71
Figura 25 – Porcentagem de avaliações para o atributo sabor de picles elaborados a partir de entrecasca de melancia.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulação base para elaboração de pickles com adição de xarope.....	33
Tabela 2 – Ensaio de fermentação adicionados de culturas <i>starters</i>	34
Tabela 3 – Análises físicas das melancias processadas.....	60
Tabela 4 – Média das análises de composição centesimal (% em base úmida) da entrecasca de melancia <i>in natura</i> , variedade <i>Manchester</i> , \pm desvio padrão.....	61
Tabela 5 – Média dos valores de pH, ATT e SST da entrecasca de melancia <i>in natura</i> , variedade <i>Manchester</i> , \pm desvio padrão.....	62
Tabela 6 – Média dos valores de ácidos orgânicos (mg/g em base úmida) presentes na entrecasca de melancia <i>in natura</i> , variedade <i>Manchester</i> , \pm desvio padrão.....	63
Tabela 7 – Média das análises de composição centesimal (% em base úmida) e do valor energético (kcal) dos pickles desenvolvidos \pm desvio padrão.....	65
Tabela 8 – Média dos valores de pH, ATT e SST dos produtos desenvolvidos \pm desvio padrão.....	67
Tabela 9 – Média dos valores de ácidos orgânicos (mg/g em base úmida) presentes nos pickles de entrecasca de melancia \pm desvio padrão.....	68
Tabela 10 – Média dos valores de compostos fenólicos presentes nos pickles de entrecasca de melancia \pm desvio padrão.....	69
Tabela 11 – Média das análises de textura e colorimetria dos pickles desenvolvidos \pm desvio padrão.....	70
Tabela 12 – Resultados das análises microbiológicas das amostras de pickles desenvolvidas..	71
Tabela 13 – Dados estatísticos para os atributos avaliados no teste de aceitação das formulações de pickles desenvolvidas.....	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Aproveitamento de resíduos agroindustriais	14
2.2	Melancia	15
2.2.1	<i>Origem e produção</i>	15
2.2.2	<i>Comercialização, caracterização botânica e morfológica</i>	16
2.2.3	<i>Aspectos nutricionais e consumo</i>	17
2.3	Composição do mesocarpo de melancia e potencial aplicação	17
2.3.1	<i>Citrulina</i>	20
2.4	Fermentação de matrizes vegetais	22
2.5	Picles	26
2.6	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	29
2.7	Desenvolvimento sustentável e impacto ambiental.....	29
3	MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1	Elaboração dos picles	32
3.1.1	<i>Planejamento experimental</i>	32
3.1.2	<i>Obtenção do material</i>	32
3.1.3	<i>Elaboração de picles não fermentado</i>	32
3.1.4	<i>Isolamento de microrganismos - Acompanhamento do processo fermentativo</i>	33
3.1.5	<i>Ensaio de fermentação</i>	34
3.1.6	<i>Elaboração de picles por fermentação natural</i>	34
3.1.7	<i>Elaboração de picles por fermentação com adição de cultura starter</i>	35
3.1.8	<i>Identificação molecular das bactérias isoladas</i>	36
3.2	Análises físico-químicas.....	36
3.2.1	<i>Rendimento</i>	36
3.2.2	<i>Umidade</i>	36
3.2.3	<i>Cinzas</i>	36
3.2.4	<i>Lipídeos totais</i>	37
3.2.5	<i>Proteínas totais</i>	37
3.2.6	<i>Carboidratos digeríveis</i>	38

3.2.7	<i>Fibra alimentar</i>	39
3.2.8	<i>Valor energético</i>	39
3.2.9	<i>Sólidos Solúveis Totais (SST)</i>	39
3.2.10	<i>pH</i>	39
3.2.11	<i>Acidez total titulável (ATT)</i>	40
3.2.12	<i>Compostos fenólicos totais</i>	40
3.2.13	<i>Ácidos orgânicos e açúcares</i>	40
3.2.14	<i>Textura</i>	41
3.2.15	<i>Colorimetria</i>	41
3.2.16	<i>Análises microbiológicas</i>	41
3.2.17	<i>Análise sensorial</i>	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	Desenvolvimento dos produtos	44
4.1.1	<i>Acompanhamento do processo fermentativo para isolamento de microrganismos</i>	44
4.1.2	<i>Ensaio de fermentação</i>	47
4.1.3	<i>Acompanhamento das fermentações natural e adicionadas de culturas starters (isolado e comercial <i>L. acidophilus</i>)</i>	48
4.1.4	<i>Identificação molecular das bactérias isoladas</i>	58
4.2	Análises físico-químicas	60
4.2.1	<i>Estudo da entrecasca de melancia</i>	60
4.2.2	<i>Análises físico-químicas dos picles produzidos</i>	64
4.3	Análises microbiológicas	71
4.4	Análise sensorial	72
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
6	PERSPECTIVAS FUTURAS	77
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
	APÊNDICE A – FICHA DE RESPOSTA PARA O TESTE DE ACEITAÇÃO	98

1 INTRODUÇÃO

Há um crescente interesse pelo aproveitamento de subprodutos agroindustriais devido à enorme carga orgânica gerada e em razão de seu potencial bioativo. Apesar das várias aplicações possíveis, como adubação orgânica, alimentação animal e produção de biogás, torna-se importante o desenvolvimento de uma abordagem prática para transformar o desperdício de alimentos em produtos com maior valor agregado (GHOSH e GHOSH, 2018).

Os subprodutos da indústria de processamento de frutas consistem principalmente de caroços, sementes, bagaços e cascas. Segundo alguns pesquisadores, estes subprodutos são, muitas vezes, mais nutritivos que a porção dos alimentos habitualmente consumida, e ainda sim, são desperdiçados (MOON e SHIBAMOTO, 2009; GUO *et al.*, 2003). Desta forma, uma alimentação rica em nutrientes poderia ser obtida a partir destas porções vistas como “menos nobres” (GONDIM *et al.*, 2005).

A melancia (*Citrullus lanatus*) é um dos frutos que produz maior quantidade de resíduos, o que a torna um importante objeto de estudo. Além disso, o Brasil é um dos líderes mundiais na produção deste fruto, estando atrás apenas da China, Turquia e Irã (FAO, 2016). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016), a quantidade total de melancia produzida no ano de 2001 aumentou de 1,45 para 2,09 milhões de toneladas no ano de 2016. Com o aumento da produção, ocorre, conseqüentemente, a geração de maior quantidade de resíduos.

A melancia contém compostos com propriedades antioxidantes como o licopeno, vitamina C, flavonóides e outros compostos fenólicos, os quais podem desempenhar papel fundamental na saúde humana, dado que são capazes de impedir os efeitos deletérios dos radicais livres (UENOJO, MARÓSTICA JÚNIOR e PASTORE, 2007; GIL, AGUAYO e KADER, 2006). O fruto ainda é fonte de minerais (cálcio, ferro e fósforo) e aminoácidos (arginina e citrulina) (PORTELA, 2009; COLLINS *et al.*, 2007; RIMANDO e PERKINS-VEAZIE, 2005). A citrulina é utilizada no sistema óxido nítrico e apresenta atividade vasodilatadora no corpo humano, desempenhando importante papel contra a disfunção erétil (DREWES, GEORGE e KHAN, 2003).

No estudo realizado por Tarazona-Díaz e colaboradores (2013), foi encontrado maior conteúdo fenólico no mesocarpo de melancia do que na polpa, além de um teor muito mais elevado do aminoácido citrulina. A entrecasca da melancia é também um subproduto fonte de fibra alimentar insolúvel e fonte de minerais. Portanto, o seu aproveitamento pode

aumentar os teores destes nutrientes na dieta, além de possibilitar a criação de novos produtos, como bolos, doces, farinhas, *cookies* e picles (SERBAI *et al.*, 2015; BACURAU *et al.*, 2015; GUIMARÃES, FREITAS e SILVA, 2010; SANTANA e OLIVEIRA, 2005; SIMONNE *et al.*, 2003). No entanto, devido ao elevado teor de umidade do mesocarpo (cerca de 95%) (HOQUE e IQBAL, 2015), processos que envolvem sua desidratação podem ser inviáveis do ponto de vista econômico, energético e ambiental.

Uma possibilidade para o aproveitamento do mesocarpo da melancia em sua forma integral é o preparo de conservas na forma de picles, as quais podem ser acidificadas ou fermentadas. A fermentação láctica de vegetais é considerada uma biotecnologia simples e valiosa para manter e aumentar as propriedades nutricionais, sensoriais e a vida útil, uma vez que aumenta a segurança microbiológica dos produtos. Embora a fermentação natural seja eficiente na preservação e estabilização de vegetais, muitos benefícios são obtidos quando culturas *starters* são empregadas (MEDINA-PRADAS *et al.*, 2017; DI CAGNO *et al.*, 2013).

No entanto, estudos sobre a fermentação do mesocarpo de melancia ainda são muito escassos (OJOKOH e OREKOYA, 2016; ERUKAINURE *et al.*, 2010). Até então, não foram encontrados relatos sobre a avaliação de culturas *starters* empregadas para este fim. O presente estudo teve por objetivo:

1. Desenvolver picles de entrecasca de melancia, acidificados e fermentados;
2. Avaliar a eficiência do emprego de culturas *starters*, cultura autóctone isolada e cultura de *Lactobacillus acidophilus* e comparar à fermentação natural do mesocarpo de melancia;
3. Avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais dos produtos obtidos, bem como caracterizar físico-quimicamente o mesocarpo de melancia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aproveitamento de resíduos agroindustriais

Um terço dos alimentos produzidos no mundo é perdido ou desperdiçado anualmente. Além da enorme quantidade de lixo orgânico produzida, toda a água, energia, mão de obra e defensivos agrícolas envolvidos em sua produção são inutilizados diariamente, gerando significativos impactos econômicos, sociais e ambientais (FAO, 2013). No Brasil, as perdas e desperdícios de alimentos variam de 10% a 30% de tudo o que é produzido no campo, chegando a 40% em alguns casos (GANDRA, 2017). Este cenário é um dos entraves para alcançar o segundo objetivo da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, o qual se refere à segurança alimentar, melhoria nutricional, fim da fome e promoção de uma agricultura sustentável (FAO, 2016).

A maior contribuição para o desperdício acontece por parte dos consumidores, devido ao manuseio incorreto dos produtos no varejo, compras excessivas, armazenamento inadequado dos alimentos ou mesmo desinteresse pelo consumo dos subprodutos gerados (EMBRAPA, 2018). Assim, a conscientização dos consumidores e de todos os elos da cadeia produtiva é fundamental para a efetiva redução do desperdício de alimentos (INSTITUTO AKATU, 2003). Além disso, esforços para o aproveitamento das partes não convencionais dos alimentos poderiam resultar na redução do impacto ambiental, maximização do aproveitamento energético aplicado e em um sistema produtivo mais sustentável (GOMES e TEIXEIRA, 2017; SILVA *et al.*, 2005; MATSUURA, 2005). Entretanto, devido ao desconhecimento do valor nutritivo e à ausência de hábitos de consumo de alimentos em sua forma integral, estas frações são normalmente desprezadas (DARIS, JACQUES e VALDUGA, 2000).

As frutas e hortaliças são fontes de diversos compostos que apresentam efeitos benéficos à manutenção da saúde e ao combate a doenças, como vitaminas, fibras, minerais e outros compostos bioativos que normalmente também estão presentes nos subprodutos. De acordo com Guo e colaboradores (2003), algumas frutas concentram maior teor de antioxidantes nas cascas e sementes, ou seja, partes comumente desprezadas.

Os subprodutos de frutas contêm grande conteúdo de água, são facilmente fermentáveis e apresentam potencial poluidor. A utilização destes subprodutos, principalmente as cascas, que em algumas frutas representam quase 30% do peso total, tem

ganhado importância e popularidade em razão da crescente busca por fontes naturais de compostos bioativos (ROMELLE, RANI e MANOHAR, 2016).

A melancia é um fruto que apresenta versatilidade de consumo e considerável potencial nutricional; no entanto, é responsável por grande geração de resíduos. O mesocarpo de melancia é o resíduo predominante, para o qual já foram relatados percentuais entre 12 e 39,7% do peso total do fruto (EGBUONU, 2015; GUIMARÃES, 2008; MARCHETTO *et al.*, 2008; SANTANA e OLIVEIRA, 2005), tornando este resíduo agrícola subutilizado em uma boa alternativa para estudo e desenvolvimento de novos produtos.

2.2 Melancia

2.2.1 Origem e produção

A melancia (*Citrullus lanatus*) pertence à família das cucurbitáceas, assim como o pepino, maxixe, melão e abóbora. Ela é originária do continente africano e é cultivada em todo o mundo, estando entre as 20 *commodities* agrícolas mais importantes. A produção anual mundial de melancia é de aproximadamente 90 milhões de toneladas, ocupando cerca de 7% da área agrícola mundial dedicada às hortaliças. Em 2016, a produção mundial de melancia foi de 117 milhões de toneladas (FAO, 2016; MEDEIROS e ALVES, 2016).

No Brasil, a área agrícola destinada à produção anual dessa olerícola é de aproximadamente 90 mil hectares, com produção em torno de 2 milhões de toneladas de frutos. Em 2016, a produção nacional foi de 2,09 milhões de toneladas, o que representa uma produtividade média de 23,11 toneladas por hectare. A China possui a mais expressiva produção de melancia, respondendo por mais da metade da produção mundial. O Brasil encontra-se entre os quatro maiores produtores mundiais, sendo as regiões Nordeste e Sul as principais produtoras. A produção nacional é direcionada basicamente para atender ao mercado interno (FAO, 2016; LIMA, IBGE, 2016; RESENDE e PEREIRA, 2014; MAROUELLI *et al.*, 2012).

2.2.2 Comercialização, caracterização botânica e morfológica

A melancia é uma lavoura temporária, de ciclo curto, que necessita de cuidados especiais do plantio à colheita. A cultura de melancia se adapta melhor ao clima quente e seco, com temperaturas ideais entre 25 e 30 °C. Pode ser explorada em monocultivo, em consórcio e em rotação com outras culturas. As condições de plantio mais favoráveis às culturas não irrigadas ocorrem no segundo semestre, principalmente entre meados de junho e agosto; para culturas irrigadas, de agosto a março. Nestes períodos é observada a maior produtividade, maior oferta dos frutos e, conseqüentemente, um menor preço. Em períodos chuvosos e de temperaturas mais amenas, o risco de perda da cultura é maior, resultando na menor oferta do produto e cotações mais elevadas (MEDEIROS e ALVES, 2016; IBGE, 2016; LIMA, RESENDE e PEREIRA, 2014).

A melancia tem frutos grandes com formatos redondos, oblongos, cilíndricos ou cônicos, com peso variando de 1 kg a mais de 30 kg. As cultivares disponíveis no mercado brasileiro (Charleston Gray, Fairfax, Crimson Sweet, Manchester (FIG 1), Omaru Yamato, Jetstream, Starbrite e Topgun) apresentam peso médio entre 4 e 12 kg. A casca é lisa e apresenta coloração verde escura com listras verde pálidas, que se tornam verde amareladas quando o fruto está maduro. Já a polpa pode ser vermelha, rósea, laranja, amarela e até mesmo branca. O sabor do fruto pode variar de acordo com diversos aspectos, dentre eles, destacam-se a cultivar e o estágio de maturação (MEDEIROS e ALVES, 2016; SOUZA, DIAS e QUEIROZ, 2008; KOOCHKEI *et al.*, 2007; PERKINS-VEAZIE e COLLINS, 2004).

Figura 1 – Melancia variedade Manchester.



Fonte: Autor.

2.2.3 Aspectos nutricionais e consumo

A melancia possui uma grande variedade de componentes em sua composição, incluindo vitaminas (A, B1, B2, C e E), sais minerais (P, Ca, K, Mn, Fe, Zn, Na e Cu), aminoácidos (citrulina e arginina) e compostos antioxidantes, como compostos fenólicos e carotenóides. De acordo com Edwards e colaboradores (2013), o teor de licopeno na polpa da melancia supera em 40% o conteúdo encontrado em tomates (GLADVIN *et al.*, 2017; AKASHI *et al.*, 2017; GAMA e VISA, 2008; LEWINSOHN *et al.*, 2005).

Segundo Rimando e Perkins-Veazie (2005), a melancia é a mais rica fonte conhecida de citrulina. A citrulina é convertida em arginina, um aminoácido vital para o sistema circulatório e sistema imunológico. A citrulina é relatada como um antioxidante, atuando na proteção do organismo contra os danos causados pelos radicais livres. Efeitos diuréticos, relaxantes e terapêuticos também foram relatados para o fruto. O efeito terapêutico da melancia foi atribuído aos compostos antioxidantes (EGBUONU, 2015; TLILI *et al.*, 2011; RIMANDO e PERKINS-VEAZIE, 2005).

A polpa da melancia apresenta ampla versatilidade de consumo, podendo ser consumida *in natura*, em sucos, doces, geleias, molhos e saladas. No entanto, no Brasil é pouco utilizada combinada com outros alimentos, sendo empregada predominantemente como sobremesa (MASSA *et al.*, 2014; SANTANA e OLIVEIRA, 2005).

2.3 Composição do mesocarpo de melancia e potencial aplicação

A melancia é composta de aproximadamente 68% de polpa, 30% de casca e entrecasca e 2% de sementes (MUSHTAQ *et al.*, 2015; GUIMARÃES, FREITAS e SILVA, 2010; KUMAR, 1985). De acordo com Yadla *et al.* (2013), a melancia contém aproximadamente 33% de casca, sendo que 4,36% é a porção verde exterior e 29% é a porção branca interior. Sari, Ishartani e Dewanty (2017) citaram em seu estudo a composição aproximada da casca de melancia, sendo 20% de celulose, 23% de hemicelulose, 10% de lignina e 13% de pectina.

Santana e Oliveira (2005) analisaram a composição da entrecasca da melancia, variedade *Crimson Sweet*, e encontraram 96% de umidade, 0,58% de cinzas, 0,93% de proteínas, 0,30% de lipídeos e 2,19% de carboidratos. Portela (2009) também determinou alguns parâmetros de composição da entrecasca de melancia da variedade *Schrad*. O teor de

umidade encontrado foi de 93,52%, 0,34% de cinzas, e 4,0 °Brix de sólidos solúveis. Os valores de pH e acidez também foram determinados, sendo encontrados 5,01 e 1,18% expressos em ácido málico, respectivamente. Lima e colaboradores (2015) reportaram 96,64% de umidade, 0,83% de cinzas, 0,58% de proteína e 0,82% de açúcares totais, sendo que 0,34% eram açúcares não redutores e 0,48% de açúcares redutores. Outros valores para umidade (94,62%), cinzas (0,46%), proteína (0,63%), lipídeos (0,08%) e carboidratos (4,2%) foram encontrados por Hoque e Iqbal (2015) com amostras de casca de melancia obtidas no mercado de Bangladesh.

Al-Sayed e Ahmed (2013) citaram a presença de diferentes compostos fenólicos na entrecasca da melancia (vanilina, ácido clorogênico, ácido caféico, ácido sinapínico, ácido 4-hidroxibenzóico, ácido cumárico, entre outros), sendo que o composto mais abundante encontrado foi o ácido 4-hidroxibenzóico (958,3 µg/g em base seca), seguido da vanilina (851,8 µg/g em base seca). Mushtaq e colaboradores (2015) também encontraram uma quantidade significativa de ácidos fenólicos com elevada atividade antioxidante. Oseni e Okoye (2013) relataram conteúdo total de fenol de 0,248 mg/mL na entrecasca de melancia que possivelmente está relacionado à elevada capacidade de remoção de radicais livres encontrada.

A entrecasca de melancia é um subproduto que apresenta considerável conteúdo de fibra alimentar insolúvel, que pode atuar na prevenção de doenças como diabetes, obesidade e diversos tipos de câncer (AUGUSTINHO *et al.*, 2014; AL-SAYED e AHMED, 2013; GUIMARÃES, 2008; EDWARDS *et al.*, 2003). Yadla e colaboradores (2013) reportaram que a entrecasca é uma ótima fonte de vitaminas A, C e B₆ e minerais como potássio e magnésio, além de conter elevada concentração do aminoácido citrulina. Segundo Rimando e Perkins-Veazie (2005), a concentração de citrulina na entrecasca é maior que na polpa (24,7 e 16,7 mg/g em base seca, respectivamente). Jayaprakasha e colaboradores (2011) quantificaram os teores deste aminoácido nas cascas de melancia das variedades *Yellow crimson*, *Jamboree* e *Petite treat* e obtiveram, respectivamente, 28,46; 20,84 e 13,95 mg/g em base seca.

Apesar do grande potencial de utilização da entrecasca de melancia, mais de 90% desta ainda é descartada, o que representa um desafio ambiental. O teor de umidade em torno de 95% e a elevada atividade de água (0,99) caracterizam a entrecasca de melancia como um alimento muito perecível, com curta vida útil pós-colheita, tornando-se imprescindível o emprego de técnicas adequadas de conservação. O seu aproveitamento para elaboração de produtos alimentícios poderia resultar em opções de baixo custo com elevado valor

nutricional, além de reduzir os desperdícios na cadeia agroindustrial (ATHMASELVI e ARUMUGANATHAN, 2015; LIMA *et al.*, 2015; MUSHTAQ *et al.*, 2015; GUIMARÃES, 2008).

Alguns pesquisadores têm analisado o emprego da entrecasca de melancia como matéria-prima no desenvolvimento de novos produtos. A entrecasca de melancia tem sido utilizada no processamento de sucos, de pickles, de farinha para aplicação em diversos produtos (bolo, macarrão, biscoito), de doces (em calda, cremoso, concentrado e cristalizado) e tem sido utilizada até mesmo na sua forma desidratada e na forma de fibras (HO e DAHRI, 2016; NAKNAEN *et al.*, 2016; OJOKOH e OREKOYA, 2016; BACURAU *et al.*, 2015; HOQUE e IQBAL, 2015; LIMA *et al.*, 2015; HANI *et al.*, 2014; MASSA *et al.*, 2014; AL-SAYED e AHMED, 2013; RORIZ, 2012; SILVA, F. *et al.*, 2012; SOUSA *et al.*, 2012; RAWSON *et al.*, 2011; ERUKAINURE *et al.*, 2010; GUIMARÃES, FREITAS e SILVA, 2010; PEREIRA, MIGUEL e CARVALHO, 2010; GUIMARÃES, 2008; SANTANA e OLIVEIRA, 2005; SIMONNE *et al.*, 2003; LANZILLOTTI e LANZILLOTTI, 1999).

Serbai e colaboradores (2015) elaboraram biscoitos tipo *cookie* adicionados de farinha de entrecasca de melancia (FEM). Cinco formulações foram avaliadas sensorialmente entre crianças de 7 a 10 anos, sendo uma formulação controle, sem adição de FEM, e as demais adicionadas de 3,10; 6,20; 9,30 e 12,40%. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre as cinco formulações para os atributos avaliados (aparência, aroma, sabor, textura, cor e aceitação global), bem como para a intenção de compra. A formulação com adição de 12,4% de FEM foi bem aceita pelos provadores infantis, além de apresentar maior teor de cinzas e de fibra alimentar.

Ho e Dahri (2016) avaliaram as propriedades físico-químicas e sensoriais de formulações de macarrão incorporadas com farinha de entrecasca de melancia em substituição à farinha de trigo nas concentrações 0 (controle), 50, 100 e 150 g.kg⁻¹. Os teores de cinzas, fibra bruta, lipídeos, carboidratos e fenólicos totais aumentaram proporcionalmente com o aumento da adição da FEM. Por outro lado, foi observada a redução dos teores de umidade e proteína. A formulação com substituição de 100 g/kg de FEM foi a mais aceita sensorialmente.

No estudo de Hoque e Iqbal (2015), três formulações de bolo contendo 10, 20 e 30% de FEM combinadas com farinha de trigo foram avaliadas quanto ao volume, umidade, características de miolo e crosta. O aumento da adição de FEM foi responsável pela produção

de bolos com maior teor de umidade e menor volume. A simetria e a qualidade do miolo e da crosta da formulação contendo 10% de FEM foram significativamente melhores que as formulações de bolo contendo 20 e 30% de farinha. A formulação incorporada de 10% de FEM foi significativamente melhor e a mais aceita que as demais formulações avaliadas.

Na pesquisa de Santana e Oliveira (2005) foram desenvolvidos doces cremosos e em calda, com e sem adição de coco, a partir da entrecasca de melancia. Os produtos foram aceitos sensorialmente entre adultos e crianças. Guimarães, Freitas e Silva (2010) desenvolveram formulações de bolo substituindo parcialmente (7 e 30%) a farinha de trigo pela farinha da entrecasca da melancia e obtiveram boa aceitação sensorial, além de obterem bolos com maiores teores de fibra insolúvel.

Simonne e colaboradores (2003) avaliaram sete formulações de pickles de entrecasca de melancia quanto à composição química, propriedades sensoriais, físicas, de segurança e adequação à produção industrial. Os resultados para acidez titulável, pH e textura foram significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) entre as formulações desenvolvidas. No entanto, a viscosidade, sólidos totais e umidade não apresentaram diferenças significativas. Entre as sete formulações estudadas, seis foram consideradas seguras para a produção industrial, excluindo-se apenas a que obteve pH próximo a 4,6, devido ao risco de crescimento do microrganismo *Clostridium botulinum*; além disso, foi concluído que formulações que não incluem adição de vinagre na salmoura devem ser evitadas.

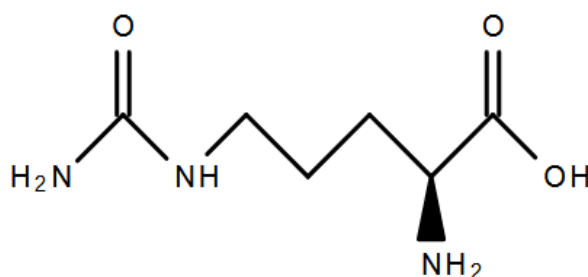
A entrecasca de melancia também é empregada para outros fins, além do desenvolvimento de novos produtos alimentícios. Alguns estudos relatam sua utilização como bioissorvente para remoção de níquel, cobalto e cromo trivalente de soluções aquosas (PARAG e GOGATE, 2016; LAKSHMIPATHY *et al.*, 2015; REDDY, LAKSHMIPATHY e SARADA, 2014; LAKSHMIPATHY e SARADA, 2013; LIU *et al.*, 2012). Esta também tem sido utilizada para a produção de enzimas. Mohamed e colaboradores (2013) empregaram a entrecasca para produção de poligalacturonase e xilanase por fermentação em estado sólido por espécies de *Trichoderma*. Kavuthodi e colaboradores (2015) relataram o emprego da entrecasca para produção de exo-pectinase pelo *Bacillus subtilis* em fermentação submersa.

2.3.1 *Citrulina*

A citrulina (CIT) ou ácido 2-amino-5-carbamoil-pentanóico (Figura 2) é um aminoácido não protéico e não essencial que foi inicialmente identificado a partir do suco de melancia, tendo sua nomenclatura derivada do latim *Citrullus*. Este aminoácido também está

presente em outras curcubitáceas, como melão, abóbora e pepino; entretanto, a melancia é a maior fonte conhecida (AKASHI *et al.*, 2017; KAORE, AMANE e KAORE, 2013; KAWASAKI *et al.*, 2000). Segundo Rimando e Perkins-Veazie (2005), ela é um dos poucos alimentos naturalmente ricos em citrulina, com concentrações variando entre 3,9 e 28,8 mg/g de peso seco. De acordo com KAWASAKI e colaboradores (2000), a citrulina pode vir a desempenhar um importante papel na manutenção da viabilidade da planta em condições de estresse hídrico.

Figura 2- Estrutura química do aminoácido citrulina.



Fonte: *Chemical Structure*, 2018.

A citrulina é um intermediário no ciclo da uréia e apresenta atividade vasodilatadora no corpo humano, devido a sua ação no sistema óxido nítrico. Suplementos dietéticos que contêm citrulina têm sido utilizados para melhorar a função erétil e a resistência sexual; no entanto, o exato mecanismo de ação deste aminoácido é ainda desconhecido. Embora a citrulina ter sido isolada pela primeira vez em 1930, a sua utilização como suplemento dietético é relativamente recente (VIEIRA, 2014; KAORE, AMANE e KAORE, 2013; DREWES, GEORGE e KHAN, 2003).

Em mamíferos, a citrulina é um precursor para a síntese de arginina, que é utilizada por tecidos periféricos. No estudo realizado por Collins e colaboradores (2007), o consumo de suco de melancia por três semanas aumentou em até 22% os níveis plasmáticos de arginina nos indivíduos que receberam o tratamento com maior dosagem. Desta forma, a suplementação dietética de citrulina a partir da melancia é uma alternativa eficaz à administração de arginina em seres humanos.

A citrulina é também um eficiente eliminador de radicais hidroxila e um forte agente antioxidante. Ela ainda pode ser utilizada como fator de diagnóstico ou monitoramento

de algumas doenças, como a síndrome do intestino curto, artrite reumatóide, doença de Crohn, toxicidade digestiva à quimioterapia e radioterapia. A suplementação com citrulina pode ter implicações importantes para a prevenção e tratamento de outras patologias, como hiperglicemia, hipertensão, hiperlipidemia, resistência à insulina, obesidade, disfunção erétil e ainda melhorar as funções cardiovasculares e imunológicas (KAORE, AMANE e KAORE, 2013; LIGTHART-MELIS *et al.*, 2008; COLLINS *et al.*, 2007; ROMERO *et al.*, 2006; FANG, YANG e WU, 2002). No estudo de Pérez-Guisado e Jakeman (2010), foi concluído que o malato de citrulina pode ser útil para aliviar a dor muscular pós-exercício e pode aumentar o desempenho atlético em exercícios anaeróbios de alta intensidade com curtos períodos de descanso.

2.4 Fermentação de matrizes vegetais

A palavra fermentação é derivada do termo latino “fevere”, que significa ferver. Esta definição está relacionada com o início da fermentação do vinho em que gases são produzidos e desprendidos na forma de bolhas, aparentemente similar ao processo de ebulição (OKAFOR, 2007). A fermentação é um processo lento de decomposição induzido por microrganismos e suas enzimas que convertem carboidratos em alcoóis ou ácidos orgânicos (MANI, PAUL e WILSON, 2017). Do ponto de vista bioquímico, a fermentação é um catabolismo anaeróbio de compostos orgânicos em que o composto orgânico é usado comoceptor e doador de elétrons (MADIGAN *et al.*, 2012).

Toda célula necessita de energia para crescimento e manutenção, a qual é produzida por vias energéticas através de processos metabólicos (DUFOUR, SWANA e RAO, 2011). Os microrganismos utilizam dois processos gerais, a fermentação e a respiração, com o intuito de produzir energia. Estes dois processos iniciam a partir de uma mesma via, a glicólise; entretanto, seguem caminhos diferentes. Em condições anaeróbias, o piruvato é metabolizado em diferentes compostos conforme o tipo de fermentação. Em condições aeróbias, o piruvato é oxidado ao dióxido de carbono e água com a biossíntese de moléculas de adenosina trifosfato (ATP) (OKAFOR, 2007).

Na maioria das vezes, a fermentação é um processo desejável de modificação bioquímica, que possibilita a obtenção de produtos alimentícios com melhores propriedades (GOTCHEVA *et al.*, 2000). Os vegetais, assim como outros tipos de alimentos, abrigam uma diversidade de microrganismos. De acordo com Medinas-Pradas e colaboradores (2017), diversas bactérias Gram-negativas e Gram-positivas, leveduras e fungos filamentos

naturalmente presentes em vegetais competem pela dominância. Segundo Di Cagno e colaboradores (2013), a população microbiana de vegetais *in natura* varia entre 5 e 7 log UFC/g, sendo dominada principalmente por fungos filamentosos e leveduriformes. No entanto, a população microbiana pode ser influenciada pelo estágio de maturação, época, umidade, temperatura, uso de pesticidas, dentre outros fatores (MEDINA-PRADAS *et al.*, 2017).

Embora o número de bactérias lácticas seja relativamente baixo na superfície dos vegetais, condições ambientais adequadas como atividade de água, concentração de sal, temperatura, acidez e anaerobiose propiciam o rápido crescimento deste grupo que, em particular, desempenha papel fundamental durante todo o processo fermentativo de vegetais. Estas metabolizam os nutrientes (açúcares) das matérias-primas e, desta forma, contribuem para a mudança de diversos aspectos da matriz vegetal, tais como o aumento do valor nutritivo, da qualidade sensorial e da digestibilidade dos produtos. As bactérias lácticas podem levar à conversão de proteínas em aminoácidos que são benéficos para a absorção intestinal (GIRAFFA *et al.*, 2010) e podem diminuir o conteúdo de nitrito produzido durante a fermentação, o que poderia efetivamente melhorar o aroma e o sabor do produto (SHEN *et al.*, 2017). Além disso, podem produzir compostos antimicrobianos e apresentar propriedades probióticas (NGUYEN *et al.*, 2013; YU *et al.*, 2012).

As populações de leveduras coexistem com a presença de bactérias lácticas durante a fermentação de vegetais, estando associadas ao desenvolvimento de sabor e aroma (ARROYO-LÓPEZ *et al.*, 2012). As leveduras mais encontradas em processos fermentativos de vegetais são dos gêneros *Saccharomyces* e *Candida*, embora *Zygosaccharomyces*, *Geotrichum* e *Torulopsis* também tenham sido identificados em alguns alimentos (GOTCHEVA *et al.*, 2000). As leveduras também podem ocasionar efeitos indesejáveis durante o processamento de vegetais. Leveduras oxidativas são conhecidas por consumir o ácido láctico produzido durante a fermentação, resultando no aumento de pH. Algumas cepas de levedura podem produzir enzimas capazes de causar o amolecimento de frutas, como pectinases, xilanases e proteases (MEDINA-PRADAS *et al.*, 2017).

Com relação às bactérias fermentadoras, as mais comuns são dos gêneros *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Weissella*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Micrococcus* e *Bacillus* (DI CAGNO *et al.*, 2013, GOTCHEVA *et al.*, 2000). As espécies de bactérias lácticas mais comumente reportadas em fermentações de vegetais são o *Leuconostoc mesenteroides*, o *Lactobacillus plantarum*, o *Pediococcus pentosaceus*, o *Pediococcus*

acidilactici, o *Lactobacillus brevis* e o *Lactobacillus pentosus* (MEDINA-PRADAS *et al.*, 2017).

A fermentação espontânea, em geral, inclui a sucessão de bactérias lácticas homo- e heterofermentativas, juntamente com ou sem leveduras (DI CAGNO *et al.*, 2013). As bactérias lácticas homofermentativas, como *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus* e algumas espécies de *Lactobacillus* (*acidophilus*, *helveticus*, *salivarius*, *delbrueckii* subsp. *delbrueckii*, *delbrueckii* subsp. *lactis*, *delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) convertem a glicose em ácido láctico por meio da fermentação. Já as bactérias lácticas heterofermentativas, que incluem *Leuconostoc*, *Oenococcus* e algumas espécies de *Lactobacillus* (*Lb. brevis*, *Lb. fermentum*, *Lb. buchneri* e *Lb. reuteri*), geram dióxido de carbono e etanol, juntamente com o ácido láctico. As heterofermentativas são capazes de produzir mais compostos de aroma, como o acetaldeído e o diacetil, do que as homofermentativas (ERTEN *et al.*, 2015).

De acordo com Liu e colaboradores (2018), o estágio inicial da fermentação de vegetais é caracterizado por um aumento de *Lactococcus*, seguidos pelos *Lactobacillus*. Geralmente, ocorre a imediata redução de microrganismos indesejáveis durante este período, com aumento gradual de bactérias lácticas, seguido de leveduras resistentes a condições mais ácidas, como a *Saccharomyces*. Em meios fermentativos com baixa concentração de sal (menor que 2%), o *Leuconostoc mesenteroides* predomina, produzindo ácidos e alcoóis (ERTEN *et al.*, 2015).

As bactérias Gram-negativas dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Escherichia* estão normalmente presentes nos períodos iniciais dos processos fermentativos de vegetais. No entanto, a acidificação do meio, relacionada com o aumento da concentração de ácido láctico, restringe o crescimento destas populações microbianas (BREIDT e CALDWELL, 2011).

Embora produtos seguros e estáveis sejam obtidos a partir da fermentação natural, muitas características positivas são observadas quando culturas *starters* são empregadas. Culturas *starters* são definidas como preparações de microrganismos vivos empregados para auxiliar o início da fermentação e produzir modificações específicas nos alimentos, resultando em produtos mais homogêneos (MEDINA-PRADAS *et al.*, 2017). As culturas *starters* apresentam maior capacidade inibitória de microrganismos patogênicos e deterioradores, além de produzir menos variações indesejáveis e não previsíveis do que as fermentações espontâneas (MONTET, LOISEAU e KAKHIA-ROZIS, 2006). Ainda, produtos fermentados pela adição de culturas *starters* apresentam melhores características nutricionais e maior

aceitabilidade pelos consumidores (MARTÍNEZ-VILLALUENGA *et al.*, 2012). Enan e colaboradores (2013) ressaltam a importância das pesquisas para selecionar e caracterizar culturas de bactérias lácticas para serem usadas como culturas *starters*.

As culturas lácticas devem possuir algumas características de interesse para serem utilizadas como *starter*, tais como crescimento, acidificação do meio, produção de substâncias inibidoras e produção de enzimas (DI CAGNO *et al.*, 2013). O *Lactobacillus plantarum* é a cultura *starter* mais frequentemente utilizada em fermentações de vegetais. Por ser um probiótico, confere muitos efeitos benéficos à saúde dos consumidores, sendo encontrado com frequência em tratos gastrointestinais humanos (BEHERA *et al.*, 2018; PANDA, PARMANICK e RAY, 2006). De acordo com Pérez-Díaz e colaboradores (2015), as espécies de *Lactobacillus pentosus* e *Lactobacillus plantarum* têm sido aplicadas como culturas *starters* em fermentações de pepino, azeitona e alcaparras. O *Leuconostoc mesenteroides* também é utilizado em fermentações de baixo teor de sal, como a de chucrute (PÉREZ-DÍAZ *et al.*, 2015; JOHANNINGSMEIER *et al.*, 2007).

Culturas mistas de bactérias lácticas e leveduras têm sido estudadas para aplicação como *starters* em fermentações de vegetais a fim de aprimorar e expandir o modo de ação pelo emprego de dois microrganismos complementares que apresentam diferentes características e capacidade de inibição de microrganismos indesejáveis (MEDINA-PRADAS *et al.*, 2017). Culturas mistas de bactérias lácticas também têm sido avaliadas. No estudo de Gardner e colaboradores (2001), foram relatados maiores consumos de açúcar e resultados de acidez em fermentações adicionadas de culturas mistas de bactérias lácticas (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* e *Leuconostoc mesenteroides*) do que com fermentações espontâneas de vegetais.

Apesar de ser um método centenário, a fermentação é ainda um dos métodos mais empregados para a conservação de vegetais (NGUYEN *et al.*, 2013). A fermentação de vegetais é realizada em solução salina de concentrações variáveis, dependendo do tipo de vegetal a ser processado e o produto final desejado (PÉREZ-DÍAZ *et al.*, 2013). A imersão dos vegetais em salmoura auxilia na difusão dos açúcares para fora da matriz vegetal para serem facilmente fermentados pelas bactérias lácticas. Além disso, uma adequada concentração de sal pode inibir o crescimento de outros microrganismos contaminantes devido à redução da atividade de água a níveis em que as bactérias patogênicas não conseguem crescer, o que também permite um aumento considerável no tempo de armazenamento. O sal ainda atua

prevenindo o amolecimento do tecido vegetal e promovendo a formação de sabor dos produtos fermentados (XIA *et al.*, 2017; ENAN, ABDEL-HALIEM e TARTOUR, 2014, PÉREZ-DÍAZ *et al.*, 2013). O cloreto de cálcio pode ser adicionado às salmouras em torno de 0,2 – 0,4% para conferir textura mais rígida (ERTEN *et al.*, 2015). Segundo Schroepfer e Lueders (2010), sulfato de alumínio e potássio também pode ser usado para este fim. Entretanto, segundo Mani, Paul e Wilson (2017), a incorporação de cloreto de cálcio na solução salina afeta negativamente o crescimento de bactérias lácticas desejáveis.

Mesmo com o baixo pH atingido devido à produção de ácidos durante a fermentação e à elevada concentração de sal obtida no produto final, os vegetais embalados ainda podem sofrer deterioração por microrganismos com risco subsequente de pós-fermentação. Desta forma, métodos de conservação adicionais podem ser realizados para aumentar o prazo de validade destes produtos e a estabilidade durante o armazenamento. As conservas de vegetais podem ser pasteurizadas ou esterilizadas, dependendo de suas características, a fim de reduzir a carga microbiana dos produtos acabados; entretanto, o tratamento térmico pode afetar a textura e a aparência de vegetal fresco. Além disso, podem-se utilizar conservantes, como os ácidos benzoicos e sórbicos com o intuito de inibir o desenvolvimento microbiano (MEDINA-PRADAS *et al.*, 2017).

2.5 Pickles

Os vegetais podem ser conservados por acidificação direta, fermentação ou pela combinação de ambos os processos em conjunto com pasteurização ou refrigeração e adição de aditivos, tornando os produtos mais seguros e com maior vida útil. Devido aos diferentes métodos de obtenção de vegetais em conserva e à ampla gama de produtos existentes no mercado, gerou-se a necessidade de redefinir os termos fermentado, acidificado e pickles. Com este intuito, Pérez-Díaz e colaboradores (2013) basearam em informações científicas e tradicionais e as combinaram, a fim de definir racionalmente os diferentes produtos existentes.

O termo “vegetal fermentado” é usado para especificar todos os vegetais que são submetidos à ação de microrganismos produtores de ácidos, capazes de atingir e manter o pH igual ou inferior a 4,6. Se o processo fermentativo for conduzido até o fim e boas práticas de fabricação forem empregadas, os microrganismos deterioradores capazes de elevar o pH acima de 4,6 serão inibidos, assim como os microrganismos patogênicos. O termo “vegetal acidificado” é utilizado para definir os produtos em que um ácido é diretamente adicionado a

fim reduzir o pH abaixo de 4,6 (PÉREZ-DÍAZ *et al.*, 2013). A palavra “pickles” é derivada do termo holandês “Pekel”, que significa salmoura (SINGH *et al.*, 2017). A denominação “picles” é usada para identificar qualquer vegetal fermentado ou acidificado e coberto com solução contendo vinagre (ácido acético) como o principal agente acidificante (PÉREZ-DÍAZ *et al.*, 2013).

Em escala industrial, a fermentação láctica de vegetais pode ser obtida por fermentação espontânea por meio da microbiota natural dos vegetais ou pelo emprego de culturas *starters* (COCOLIN *et al.*, 2013; BEHERA *et al.*, 2018). O picles fermentado possui sabor agradável e é muitas vezes considerado de qualidade superior aos não fermentados por causa dos produtos da fermentação (ácidos orgânicos, cetonas, aldeídos) (TARAKÇI, DOGAN e KOCA, 2004; GOLDONI, 2004).

Já os picles não fermentados são produzidos por meio da imersão dos vegetais em salmoura por algumas horas, para em seguida, serem mergulhados em solução fervente de vinagre e conserva de especiarias (ENAN, ABDEL-HALIEM e TARTOUR, 2014). O ácido acético é geralmente adicionado na forma de vinagre para acidificar os picles não fermentados, mais conhecidos como *fresh-pack*, que também são submetidos ao processo de pasteurização (PÉREZ-DÍAZ *et al.*, 2013).

A produção de vegetais acidificados em escala industrial é realizada em grandes tanques de plástico, em que os vegetais são lavados e mergulhados em solução hipertônica de ácido acético e cloreto de sódio. A solução hipertônica atua desidratando e incorporando solutos no tecido vegetal. Este efeito permite maior estabilidade e segurança dos produtos devido à ação conjunta do ácido na redução do pH e do sal na redução da atividade de água (VALDEZ-FRAGROSO *et al.*, 2009). Além disso, os níveis de acidez e salinidade atingidos conferem o sabor característico de picles (GUERRA-VARGAS *et al.*, 2001).

Não foram encontrados dados que mostrem o consumo mundial de hortaliças fermentadas. Nos Estados Unidos, entretanto, os produtos fermentados e acidificados de vegetais movimentam um mercado de mais de 2 bilhões de dólares, e a popularidade dos vegetais fermentados tem ganhado cada vez mais importância (DING *et al.*, 2018). A área de plantação de pepino para a produção de picles é quatro vezes maior que a área de plantação de qualquer outra hortaliça destinada ao processamento, sendo capaz de produzir 550 mil toneladas de pepino em uma área cultivada de 47 mil hectares. Em pesquisa realizada com mais de 24 mil adultos norte-americanos, entre os anos de 2011 e 2015, sobre o consumo de

picles pelas pessoas que vivem em sua residência, demonstrou que 75,1% dos lares americanos consumiram picles no intervalo estudado. Atualmente, considerando apenas o picles elaborado com pepino, o consumo norte-americano *per capita* é de aproximadamente 3,7 kg por ano (STATISTA, 2016).

Para a população asiática, os vegetais fermentados desempenham um papel crucial na alimentação, sendo amplamente consumidos na China, Japão e Coreia. Picles é considerado um dos alimentos mais populares no Egito em razão do baixo custo e disponibilidade. Na União Europeia, a comercialização de vegetais em conserva movimenta um mercado de quase três bilhões de euros (BEHERA *et al.*, 2018; XIA *et al.*, 2017; LI *et al.*, 2015; ENAN, ABDEL-HALIEM e TARTOUR, 2014).

A fermentação láctica é pouco difundida no Brasil, ficando limitada às preparações caseiras e pequenas produções industriais que são influenciadas por culturas europeias. A maioria das indústrias destinadas à produção de picles não utilizam de nenhum método fermentativo, as hortaliças recebem um tratamento prévio de branqueamento e são imersas em vinagre condimentado (GOLDONI, 2004).

A legislação brasileira enquadra o picles de entrecasca de melancia nas definições apresentadas pela RDC nº 352, de 23 de dezembro de 2002, em que a fruta em conserva é o produto preparado com frutas frescas, congeladas ou previamente conservadas, inteiras ou em pedaços ou em forma de polpa, envasadas praticamente cruas ou pré-cozidas, imersas ou não em líquido de cobertura adequado, podendo conter opcionalmente outros ingredientes comestíveis, podendo ser submetidas a adequado tratamento antes ou depois de fechadas hermeticamente em recipientes apropriados, a fim de assegurar sua conservação (BRASIL, 2003).

As frutas ou hortaliças em conserva podem ainda ser classificadas de acordo com o tipo de acidez do produto final. São consideradas de baixa acidez aquelas em que o pH é maior que 4,5 e a atividade de água é maior que 0,85. As conservas de baixa acidez, nas quais são realizadas a adição de ácido orgânico ou alimento ácido para se obter pH igual ou inferior a 4,5 no produto final, são consideradas acidificadas artificialmente. Já as conservas submetidas à fermentação láctica de forma a atingir o pH igual ou menor que 4,5 são consideradas acidificadas por fermentação. Todos os produtos citados devem ser submetidos ao tratamento térmico de pasteurização para sua conservação (BRASIL, 2003).

A fabricação de picles ocorre principalmente em níveis artesanais ou domésticos (DI CAGNO *et al.*, 2013). Apenas o pepino, o repolho e a azeitona são fermentados em grandes volumes para consumo humano (PANDA, PARMANICK e RAY, 2006). Contudo,

existem motivos nutricionais, sensoriais e agrícolas para estudar o potencial da fermentação láctica como um processo para o desenvolvimento de novos produtos a partir de vegetais, principalmente a partir das frações comumente descartadas, como a entrecasca de melancia.

2.6 *Lactobacillus acidophilus*

O *Lactobacillus acidophilus* é um microaerófilo que forma colônias “tipo caranguejo” em ágar MRS. Esta bactéria requer carboidratos fermentáveis, proteína e seus produtos de degradação, vitaminas do complexo B e minerais como manganês, ferro e magnésio para seu crescimento. Todas as cepas de *Lactobacillus acidophilus* demonstraram capacidade de fermentar glicose, frutose e maltose em testes fisiológicos. Segundo Gomes e Malcata (1999), o *L. acidophilus* utiliza a sacarose melhor que a lactose, devido às atividades da galactosidase e da frutofuranosidase.

Em estudos com animais experimentais, o *Lactobacillus acidophilus* mostrou ser capaz de reduzir os níveis de colesterol e o risco de câncer, além de ter apresentado ação antagônica aos patógenos *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* e *Escherichia coli* em estudos com animais. Em humanos, acredita-se que este possa melhorar a tolerância à lactose e exercer efeito benéfico ao restaurar o equilíbrio intestinal durante o tratamento com antibióticos (CARR, CHILL e MAIDA, 2002).

Alguns estudos relataram o emprego do *Lactobacillus acidophilus* como cultura *starter* em fermentações de sucos, como suco de dente de leão, suco de beterraba, suco de romã e suco de tomate; entretanto, estudos que relatam seu emprego como cultura *starter* em fermentação de vegetais para produtos em conserva são muito escassos (KIM e BAIK, 2015; MOUSAVI *et al.*, 2011; YOON, WOODAMS e HANG, 2005; BABU, MITAL e GARG, 1992).

2.7 Desenvolvimento sustentável e impacto ambiental

Uma grande quantidade de resíduos orgânicos é gerada pelas indústrias de alimentos, em especial a de processamento de frutos, que pode originar até 40% de resíduos agroindustriais. Isto representa um problema ambiental para a sociedade e um problema econômico para a indústria (SENA e NUNES, 2006, MARTINS e FARIAS, 2002). De acordo

com Roque e Sell (2004), uma alternativa para o aproveitamento de resíduos consiste no desenvolvimento de novos produtos que os utilizem, garantindo um destino mais nobre e que agregue valor a eles. Grande parte dos resíduos gerados na produção de alimentos era descartada; entretanto, observa-se um maior aproveitamento destes subprodutos através da transformação dos mesmos em produtos de vasta aceitação comercial e sensorial (ALMEIDA, 2012).

A valorização dos subprodutos industriais é cada vez mais citada devido à busca por processos de produção mais limpos e sustentáveis. Frente a este contexto, o aproveitamento da entrecasca de melancia desperta grande interesse, já que ela é um subproduto do processamento de frutos. Considerando que os resíduos originados de um processo passam a fazer parte integrante da cadeia produtiva, deve-se escolher o destino mais apropriado para estes, tendo em vista a importância atual da sustentabilidade (SIMON e SATOLO, 2009).

Todos os esforços com relação ao aproveitamento de subprodutos e destino apropriado de resíduos têm como principal objetivo a redução do impacto ambiental. De acordo com a Resolução nº 001/86 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente:

Considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Segundo Camargos e Dias (2003), as inovações não se restringem apenas em mudanças tecnológicas. De acordo com o decreto que regulamenta o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016):

Inovação é a introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho.

O novo cenário mundial é marcado pela intensa competitividade entre as indústrias e pela aprovação de leis ambientais cada vez mais severas. Diante disso, as indústrias devem buscar estratégias para se enquadrarem neste contexto. Essa competitividade

tem influenciado as indústrias a desenvolverem novas formas de vantagens competitivas, fazendo com que o processo de inovação seja contínuo (SIMON e SATOLO, 2009).

As ações relacionadas ao meio ambiente, como o aproveitamento de subprodutos, representam uma crescente preocupação das indústrias, uma vez que as pressões de ordem legal tornam-se a cada dia mais evidentes e complexas para a gestão das organizações (CARDOSO e FERRAZ, 2010). A Lei 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), determina a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado) (BRASIL, 2010).

Neste contexto, destacam-se como iniciativas da indústria brasileira, no caminho da sustentabilidade, a redução drástica na geração de resíduos sólidos e desperdícios, bem como aumento da taxa de reaproveitamento de materiais e subprodutos, e a substituição de insumos com impactos sobre o meio ambiente por novos materiais (CNI, 2012).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Elaboração dos picles

3.1.1 *Planejamento experimental*

Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos (picles sem fermentação, picles fermentado natural, picles fermentado com adição da cultura *starter* de *Lactobacillus acidophilus* e picles fermentado com adição de cultura *starter* de bactéria isolada da fermentação natural. Os resultados das análises físico-químicas e sensorial foram avaliados utilizando o *software* R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010). Análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foram empregados para verificar a existência de diferenças significativas entre os resultados. Os testes foram realizados adotando-se o nível de significância de 5%.

3.1.2 *Obtenção do material*

As melancias (*Citrullus lanatus*) da variedade *Manchester* foram adquiridas no CEASA (Belo Horizonte, MG) e processadas no laboratório de pesquisa LABVIN da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM. Os demais ingredientes como açúcar, cravo, canela, sal marinho refinado e vinagre foram adquiridos no mercado de Diamantina, MG. A cultura liofilizada de *Lactobacillus acidophilus* (LA-5[®]) foi cedida por *Christian Hansen's Ind.* (*Chr. Hansen's Lab.*, Hoersholm, Dinamarca).

As melancias foram lavadas em água corrente, sanitizadas por imersão em água clorada por 10 minutos para redução da contaminação microbiológica e novamente lavadas em água corrente. Os frutos foram descascados manualmente, a entrecasca foi separada da polpa e da casca e cortada em pequenos cubos (entre 2 e 4 cm). A polpa não utilizada no processamento do picles foi aproveitada para consumo *in natura*. Os utensílios utilizados no processamento dos frutos foram sanitizados em solução clorada em concentração de 100 ppm.

3.1.3 *Elaboração de picles não fermentado*

Os cubos de entrecasca de melancia foram imersos em salmoura a 8% por 12 horas, empregando-se sal marinho refinado comercial, com consecutiva lavagem em água mineral. Em seguida, foram submetidos à fervura até obtenção de aparência translúcida.

Para formulação do xarope agri-doce, foram utilizados água mineral, vinagre de álcool comercial, açúcar e as especiarias canela e cravo, em proporções padronizadas apresentadas na Tabela 1. Essa mistura foi levada ao fogo, sendo mantida sob fervura por 5 minutos. O xarope foi adicionado à entrecasca após a remoção das especiarias, e os dois foram novamente submetidos à fervura por mais 5 minutos.

Tabela 1 – Formulação base para elaboração de pickles com adição de xarope.

Ingredientes (%)					
Entrecasca	Açúcar	Água mineral	Cravo	Canela	Vinagre
34,7	11,8	47,25	0,19	0,16	5,9

Fonte: Autor.

Os pickles foram transferidos para frascos de vidro de 200 mL (previamente higienizados) com tampas metálicas, mantendo 0,65 cm de *headspace* (espaço entre a tampa e o líquido de cobertura), e adicionados de canela e cravo. Os frascos foram aquecidos até obtenção de fechamento hermético.

3.1.4 Isolamento de microrganismos - Acompanhamento do processo fermentativo

A fermentação natural da entrecasca de melancia foi conduzida em salmoura com concentrações de 8% (até 216 h) e 10% (até 120 h). Alíquotas de 5 mL de salmoura foram retiradas em intervalos de 24 horas no decorrer do processo fermentativo para análises de pH e acompanhamento microbiológico. Foram realizadas as contagens de bactérias aeróbias mesófilas em PCA (Contagem Padrão em Placas - Ágar, marca Himedia[®], Índia), bactérias lácticas em MRS Ágar (Man, Rogosa e Sharpe, marca Acumedia[®], Michigan), leveduras em YEPG Ágar (Extrato de levedura Peptona Dextrose) adicionado de antibiótico Cloranfenicol (Inlab). As placas com os meios PCA e MRS foram incubadas a 35±1°C por 48 horas em estufa de cultura microbiológica. As placas com o meio YEPG foram incubadas a 25±1°C por 48 horas em estufa de cultura microbiológica. Os resultados obtidos foram expressos em log de Unidades Formadoras de Colônias por mililitro (log UFC/mL). Os microrganismos que cresceram no meio MRS Ágar foram isolados e suas características morfológicas foram observadas, tal como aspecto da colônia (brilhante ou opaca), bordas (lisa ou rugosa), superfície (côncava ou convexa) e cor.

3.1.5 Ensaios de fermentação

Ensaios de fermentação foram realizados com o intuito de definir e padronizar as condições ideais para fermentação da entrecasca de melancia. A entrecasca foi imersa em salmoura a 8% por 12 horas, lavada com água mineral e a fermentação natural foi conduzida em água mineral. O acompanhamento da fermentação foi realizado por meio de análises de pH.

Foram realizados oito ensaios de fermentação para avaliar as adições de cultura *starter* comercial de *Lactobacillus acidophilus* e de bactérias isoladas da fermentação natural (M7 e M8). Os ensaios de fermentação foram acompanhados por meio de análises de pH e as condições de cada ensaio são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Ensaios de fermentação adicionados de culturas *starters*.

Inoculo	Tratamento térmico e imersão em salmoura a 8% por 12 h	Meio de fermentação	Codificação
<i>L. acidophilus</i>	NR*	salmoura 8%	LA 8%
M7	NR*	salmoura 8%	M7 8%
M8	NR*	salmoura 8%	M8 8%
M7 e M8	NR*	salmoura 8%	M7 e M8 8%
<i>L. acidophilus</i>	R**	água mineral	LA 12h
M7	R**	água mineral	M7 12h
M8	R**	água mineral	M8 12h
M7 e M8	R**	água mineral	M7 e M8 12h

Fonte: Autor; *NR: Não realizado; **R: Realizado

3.1.6 Elaboração de pickles por fermentação natural

Os cubos de entrecasca foram imersos em solução salina a 8%, e as fermentações foram conduzidas até 144 horas sob ambiente climatizado ($20 \pm 2^\circ\text{C}$), conforme recomendação de Goldoni (2001). O processo fermentativo foi realizado em triplicata. Análises de pH, acidez total titulável (ATT), ácidos orgânicos, açúcares e análises microbiológicas para contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras, nos meios PCA, MRS Agar e YEPG Agar, respectivamente, foram realizadas de alíquotas de salmoura em intervalos de 24 horas até o término do processo fermentativo. Após a fermentação, a salmoura foi descartada e a entrecasca foi aquecida em água mineral até

fervura, por duas vezes, com intuito de remover o excesso de sal. Em seguida, a entrecasca de melancia fermentada foi adicionada de xarope, conforme descrito no item 3.1.3.

3.1.7 *Elaboração de pickles por fermentação com adição de cultura starter*

A entrecasca foi submetida à fervura por 5 minutos para redução da população microbiana endógena. Posteriormente, foi imersa em salmoura a 8% na proporção de 1,8:1 entre salmoura e matriz vegetal (GOLDONI, 2001). As fermentações com adição de inóculo comercial e inóculo isolado da fermentação natural foram conduzidas até 144 horas sob temperatura controlada de 20 ± 2 °C. Os processos fermentativos foram realizados em triplicata.

A cultura comercial de *Lactobacillus acidophilus* foi utilizada conforme as recomendações da empresa fornecedora. A avaliação da viabilidade do inóculo foi feita por meio da recuperação da cultura liofilizada em água peptonada e, após as diluições, fez-se a semeadura em placas com o meio de cultura MRS Agar, incubadas a 35 ± 2 °C por 48 horas.

A padronização dos inóculos foi realizada por meio da inoculação dos microrganismos em caldo MRS, incubados a 35 ± 2 °C por 48 horas. A população microbiana adicionada foi baseada na proporção de biomassa presente em 100 mL de caldo MRS para 0,5 kg de matriz vegetal. O meio líquido foi centrifugado por 10 minutos a 3.400 rpm em centrífuga modelo Celm LS-3 Plus e ressuspensionado duas vezes em água destilada esterilizada para posterior aplicação da biomassa no meio fermentativo.

Análises de pH, acidez total titulável (ATT), ácidos orgânicos, açúcares e análises microbiológicas para contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras, nos meios PCA, MRS Agar e YEPG Agar, respectivamente, foram realizadas a partir de alíquotas de salmoura em intervalos de 24 horas até o término da fermentação. A salmoura do processo fermentativo foi descartada e a entrecasca aquecida até fervura em água mineral a fim de remover o excesso de sal, este processo foi realizado duas vezes. Em seguida, a entrecasca foi adicionada à formulação base, apresentada no item 3.1.3, e envasada em frascos de vidro.

3.1.8 *Identificação molecular das bactérias isoladas*

As bactérias isoladas, M7 e M8, foram identificadas por sequenciamento da região 16S utilizando os primers 27F (5'- AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG-3') e 1512r (5'-GGC TAC CTT GTT ACG ACT -3'). A reação de PCR foi realizada de acordo com o descrito por Wang *et al.* (2006) e enviados para sequenciamento na Macrogen (EUA).

3.2 *Análises físico-químicas*

As análises físico-químicas foram realizadas nos Laboratórios de Pré-tratamento e Caracterização de Biomassas Energéticas e de Bioprocessos e Biotransformação, ambos localizados na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), de acordo com os métodos descritos a seguir. As análises foram realizadas a partir da entrecasca de melancia *in natura* e dos picles elaborados.

3.2.1 *Rendimento*

O rendimento médio das frações de melancia foi calculado em relação ao peso médio resultante de cada porção e o peso total médio dos frutos utilizados para desenvolvimento dos picles.

3.2.2 *Umidade*

A umidade dos produtos foi determinada por meio do método gravimétrico com aplicação de calor, determinando-se a perda de peso do material submetido a aquecimento em estufa a 105 °C até obtenção de peso constante, segundo metodologia do IAL (2008). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.2.3 *Cinzas*

O resíduo mineral fixo foi determinado por incineração em mufla, modelo MA385/3, a 550 °C até peso constante, e os resultados foram expressos em porcentagem, conforme o método do IAL (2008).

3.2.4 *Lipídeos totais*

Os lipídeos foram determinados pela metodologia proposta por Bligh e Dyer, descrita por Cecchi (2003). Cerca de 3 g das amostras moídas foram pesadas e transferidas para tubos de ensaio de 70 mL. Aos mesmos, foram adicionados 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada, tampando-os hermeticamente. Os tubos foram colocados em agitador rotatório por 30 minutos. Em seguida, foram adicionados exatamente de 10 mL de clorofórmio e 10 mL de solução de sulfato de sódio 1,5%. Os tubos foram agitados por mais 2 minutos. Após a separação das camadas, foram retirados entre 13 mL e 15 mL da camada inferior (clorofórmio) e transferidos para tubos de 30 mL. Adicionou-se aproximadamente 1 g de sulfato de sódio anidro, tamparam-se e agitaram-se os tubos para remover os traços de água que invariavelmente são arrastados na pipetagem. As soluções foram filtradas usando filtro de papel. Posteriormente, mediram-se exatamente 5 mL dos filtrados e despejou-os em béqueres de 50 mL, previamente secos, resfriados em dessecador e pesados. Os béqueres foram colocados em estufa a 100 °C até a evaporação do solvente, resfriados em dessecador e pesados. O cálculo da quantidade de lipídeos foi realizado conforme a Equação 1 e expresso em porcentagem da amostra íntegra.

$$\% \text{ Lipídeos totais} = \frac{p \cdot 4}{g \cdot 100} \quad \text{Equação 1}$$

Sendo que:

p = peso dos lipídeos (g) contidos em 5 ml

g = peso da amostra (g)

3.2.5 *Proteínas totais*

As proteínas totais foram determinadas a partir da matéria seca pelo método Kjeldahl, descrito por IAL (2008). Em papel vegetal, foram pesados 0,5 g da amostra e depositados em tubos de bloco digestor. Nestes, foram adicionados 10 mL de ácido sulfúrico concentrado, 600 mg de sulfato de potássio e 300 mg de sulfato de cobre. Os tubos foram posicionados em bloco digestor até total digestão, caracterizada pela coloração azul-esverdeada translúcida da mistura. Este processo foi iniciado a 50 °C, aumentando-se gradativamente a temperatura até 350 °C. Posteriormente, foi realizada a destilação em

aparelho destilador de amônia após a adição de 20 mL de hidróxido de sódio 50%. A fração destilada foi coletada (cerca de 75 mL) em Erlenmeyer contendo 15 mL de ácido bórico e 3 gotas de solução indicadora (solução indicadora de vermelho de metila e verde de bromocresol 1:5) e submetido a titulação com ácido clorídrico 0,02 mol.L⁻¹. Os resultados foram expressos em porcentagem e calculados conforme Equação 2.

$$\text{Proteínas totais (\% m/m)} = \frac{V \cdot N \cdot 0,14 \cdot 6,25 \cdot F}{\text{peso da amostra}} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo que:

$V (HCl)$ = volume de ácido clorídrico gasto na titulação (L)

$N (HCl)$ = normalidade da solução de ácido clorídrico (mol/L)

$F (HCl)$ = fator de correção da solução de ácido clorídrico

3.2.6 Carboídratos digeríveis

Os carboídratos digeríveis foram determinados pelo método titulométrico Lane-Eynon (IAL, 2008). Foram pesados cerca de 20 g de amostra, previamente triturada e homogeneizada, em frascos Erlenmeyer de 500 mL, adicionadas de 200 mL de água e 0,5 mL de hidróxido de sódio 10% (m/v). A mistura foi aquecida em autoclave a 1 atm por uma hora. Depois de resfriada, foi adicionado 5 mL de ácido clorídrico concentrado. Os frascos Erlenmeyer foram novamente levados ao aquecimento em autoclave por mais trinta minutos a 1 atm. Em seguida, neutralizou-se a solução por meio da adição de hidróxido de sódio 10% (m/v). A solução neutralizada foi transferida para balão volumétrico de 500 mL, e o volume foi completado com água destilada. Após decantação, a solução foi filtrada e transferida para uma bureta de 25 mL. Foi realizada a titulação da solução de Fehling (10 mL de solução de Fehling A e 10 mL de solução de Fehling B, adicionados de 40 mL de água destilada). A titulação foi realizada mantendo-se a mistura do frasco Erlenmeyer sempre em ebulição. Adicionaram-se 2 gotas de solução de azul de metileno quando a mistura no frasco Erlenmeyer iniciava a perda da cor azul intensa. O fim da titulação foi observado com a descoloração da solução e formação de precipitado vermelho tijolo. A porcentagem de carboídratos digeríveis foi calculada pela Equação 3.

$$\text{carboídratos digeríveis (\% } \frac{m}{m} \text{)} = \left[\frac{V \cdot F}{v \cdot P} \right] \cdot 100 \quad \text{Equação 3}$$

Em que:

V = volume final da solução preparada contendo a amostra (mL)

F = fator da solução de Fehling

v = volume de amostra gasto na titulação (mL)

P = peso da amostra presente no volume V (g)

3.2.7 *Fibra alimentar*

O teor de fibra alimentar foi determinado por diferença, conforme Equação 4.

$$\text{Fibra alimentar} = 100 - (\text{umid} + \text{cinz} + \text{lip} + \text{prot} + \text{carb}) \quad \text{Equação 4}$$

3.2.8 *Valor energético*

O valor energético foi estimado pelo método de conversão de Atwater, conforme recomendado por Wilson, Santos e Vieira (1982) e os resultados foram expressos em kcal.

3.2.9 *Sólidos Solúveis Totais (SST)*

Os sólidos solúveis totais foram determinados por refratometria, utilizando refratômetro digital modelo 96801, marca *Hanna Instruments*, e os resultados foram expressos em °Brix, conforme AOAC (2006).

3.2.10 *pH*

O pH foi determinado em pHmetro, modelo mPA 210, MS Tecno[®]. Durante o acompanhamento das fermentações, as medições foram realizadas de alíquotas de salmoura. Para os produtos elaborados, as medições foram realizadas diretamente sobre a massa das amostras trituradas e homogeneizadas. O equipamento foi calibrado com soluções de pH 4,0 e pH 7,0.

3.2.11 *Acidez total titulável (ATT)*

A acidez total titulável foi determinada por titulação do material com hidróxido de sódio ($0,02 \text{ mol.L}^{-1}$) padronizado segundo técnica estabelecida pelo IAL (2008) e os resultados foram expressos em porcentagem.

3.2.12 *Compostos fenólicos totais*

A análise de fenólicos totais seguiu o método proposto por Singleton e Rossi (1965), adaptado por Nuutila *et al.* (2003), utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu (Merck). Em tubos de ensaio, foram adicionados 200 μL do extrato, 200 μL de metanol, 200 μL de reagente Folin-Ciocalteu e 1000 μL da solução de carbonato de sódio 20% (m/v). A mistura foi homogeneizada e adicionada de mais 400 μL da solução de carbonato de sódio. As amostras foram centrifugadas em centrífuga modelo Ht MCD-2000 por 3 minutos a 14000 rpm e mantidas em repouso por 20 minutos à temperatura ambiente na ausência de luz. As leituras das absorbâncias foram realizadas em espectrofotômetro UV-visível modelo Biospectro SP-22, a 735 nm. A leitura do branco foi realizada de mistura contendo os mesmos reagentes menos a amostra. O teor de fenólicos foi determinado por meio da elaboração da curva padrão de ácido gálico (0 a 100 mg.L^{-1}). A Equação gerada a partir da curva de calibração do ácido gálico foi $A = 0,0059x - 0,003$, em que A é a absorbância a 735 nm e x é a concentração do ácido gálico; a qual apresenta coeficiente de correlação $R = 0,9999$. Os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico/100 g de matéria úmida.

3.2.13 *Ácidos orgânicos e açúcares*

A entrecasca de melancia *in natura* e as amostras de pickles foram trituradas e homogeneizadas. Foram pesados 2,5 g de cada amostra e diluídas em 12,5 mL de água deionizada, esta solução foi agitada e filtrada através de papel filtro. Em seguida, o filtrado foi centrifugado por 10 minutos a 10.000 rpm em centrífuga modelo Ht MCD-2000. Após centrifugação, 500 μL de amostra e 500 μL de ácido sulfúrico ($2,5 \text{ mmol.L}^{-1}$) foram transferidos para *vials*.

As análises de ácidos orgânicos e açúcares foram realizadas em Sistema UPLC (Cromatografia Líquida de Ultra Eficiência) Shimadzu 20A, utilizando coluna Rezex ROA

(300 x 7,5 mm). O sistema foi acoplado a um detector de índice de refração; temperatura interna do detector 40 °C; temperatura da coluna 60 °C. Como eluente, foi utilizado ácido sulfúrico 2,5 mmol.L⁻¹, modo isocrático e vazão 0,6 mL.min⁻¹. O volume injetado de amostra foi de 5 µL e o tempo de análise de 90 minutos.

3.2.14 *Textura*

A textura foi realizada em texturômetro TA-XT PLUS (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido) equipado com acessório FRACTURE WEDGE SET (A/WEG). Foi realizado um teste de compressão nas seguintes condições operacionais: velocidade de pré-teste de 1 mm/seg., velocidade de teste de 2 mm/seg., velocidade de pós-teste de 10 mm/seg. e distância de 12 mm. A análise foi realizada em triplicata.

3.2.15 *Colorimetria*

A cor das amostras foi determinada pelo colorímetro Minolta-Chromameter CR-400 (Minolta, Japão). O sistema empregado foi o L* a* b*, em que: L* representa a luminosidade da cor (para a cor preta, L*=0 e para a cor branca, L*=100); a* é uma coordenada cromatográfica que varia do verde (-a*) para o vermelho (+a*) e b* é outra coordenada cromatográfica que varia do azul (-b*) para o amarelo (+b*).

3.2.16 *Análises microbiológicas*

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia LabMBio, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, de acordo com os métodos propostos por Silva *et al.* (2010).

3.2.16.1 *Preparação das amostras para as análises microbiológicas*

As amostras para as análises microbiológicas foram preparadas a partir de 25 g de cada formulação de picles, adicionadas de 225 mL de solução de peptona bacteriológica 0,1% (m/v). A partir desta, foram preparadas duas diluições (10⁻² e 10⁻³) para a realização das análises de fungos filamentosos e leveduriformes, bactérias aeróbias mesófilas, teste presuntivo para coliformes, teste confirmativo para coliformes totais e termotolerantes. Os

resultados foram comparados com os padrões microbiológicos para conservas de vegetais, definidos pela Resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2001).

3.2.16.2 Fungos filamentosos e leveduriformes

A análise de fungos filamentosos e leveduras foi realizada a partir das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} por plaqueamento em superfície, em triplicata, utilizando o ágar batata dextrose (BDA, marca HiMedia[®], Índia) acidificado com solução de ácido tartárico 10% até pH 3,5. A acidificação foi realizada por meio da adição de 1,5 mL de solução de ácido tartárico para cada 100 mL de meio. As placas foram incubadas a 25 ± 1 °C durante 5 dias em estufa de cultura microbiológica. Os resultados obtidos foram expressos em log de Unidades Formadoras de Colônias por grama (log UFC/g).

3.2.16.3 Bactérias aeróbias mesófilas

A análise de bactérias aeróbias mesófilas foi realizada após diluição seriada das amostras, transferindo-se alíquotas de 0,1 mL para placas de Petri contendo Ágar para contagem padrão em placas (PCA, marca Himedia[®], Índia). As placas foram incubadas a 35 ± 2 °C por 48 h em estufa de cultura microbiológica. Os resultados obtidos foram expressos em log de Unidades Formadoras de Colônias por grama (log UFC/g).

3.2.16.4 Teste presuntivo para coliformes

O teste presuntivo para coliformes foi realizado pela inoculação de 1 mL das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} , em triplicata, em tubos de ensaio contendo Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST, marca HiMedia[®], Índia) e tubo de Durhan invertido. As culturas foram incubadas a 35 ± 1 °C por 24 a 48 horas. A confirmação da presença de coliformes por esse teste é resultante da formação de gás (mínimo 1/10 do volume total do tubo de Durhan) ou ainda, quando ocorre efervescência ao agitar levemente o tubo de ensaio.

3.2.16.5 Pesquisa de *Salmonella* spp.

A amostra (25 g) foi misturada a 225 mL de água peptonada tamponada, sendo incubada a 35 ± 1 °C por 18 a 24 horas. Posteriormente, foram transferidas alíquotas para dois diferentes caldos de enriquecimento seletivo, sendo que 1 mL foi transferido ao caldo Selenito Cistina (marca Kasvi, Itália) e 0,1 mL ao caldo Rappaport-Vasiliadis (marca Acumedia, Michigan), ambos foram incubados a 35 ± 1 °C por 24 horas. A partir dos caldos de enriquecimento seletivo, inoculou-se 1 mL em placas de Petri com ágar Verde Brilhante (marca Himedia, Índia) e em placas com ágar Hektoen (marca Kasvi, Itália), que foram incubadas por 24 horas a 35 ± 1 °C.

3.2.17 *Análise sensorial*

A análise sensorial dos picles de entrecasca de melancia foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM-CEP, parecer 2.186.810 e realizada após análises microbiológicas. O teste sensorial foi realizado no Laboratório de Cereais, Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Foi aplicado um teste afetivo de aceitação, que contou com a participação de 94 avaliadores com idade entre 18 e 53 anos, escolhidos aleatoriamente entre estudantes, funcionários e professores da instituição.

Foram oferecidos aproximadamente 25 g de cada formulação de picles em copos de 50 mL descartáveis, codificados com números aleatórios de três dígitos. As amostras foram apresentadas de forma monádica e balanceada, em temperatura ambiente, como recomendado por Moraes (1985). Foi fornecido biscoito “água e sal” e água para limpeza do palato entre a avaliação das amostras. Escalas hedônicas verbais estruturadas de nove pontos, cujos extremos correspondem a “desgostei extremamente” (1) e “gostei extremamente” (9) foram utilizadas no teste de aceitação para avaliação dos atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Avaliou-se a intenção de compra do produto mediante escala estruturada de cinco pontos, cujos extremos correspondem a “certamente não compraria” (1) e “certamente compraria” (5). A ficha de resposta para o teste de aceitação está apresentada no APÊNDICE A.

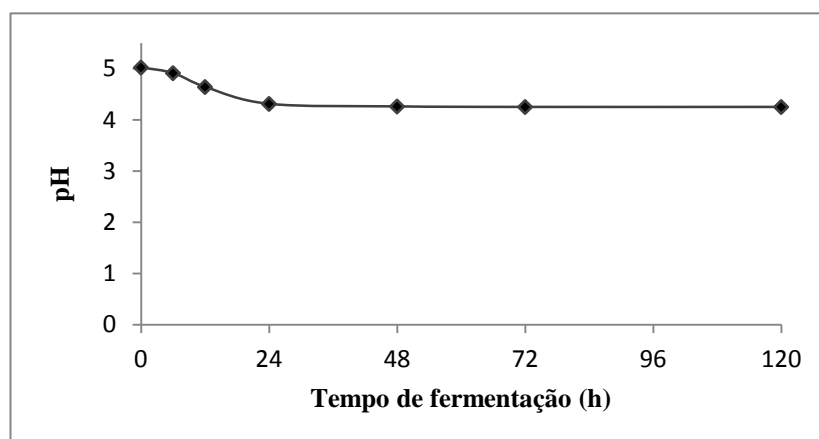
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desenvolvimento dos produtos

4.1.1 Acompanhamento do processo fermentativo para isolamento de microrganismos

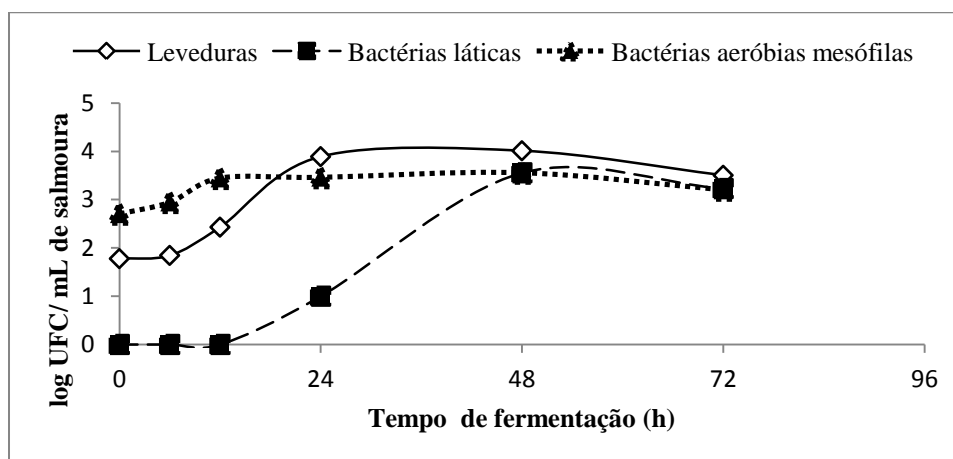
A fermentação natural foi conduzida inicialmente em solução salina a 10%. Os resultados das análises de pH e análises microbiológicas são apresentados na Figura 3 e 4, respectivamente.

Figura 3 – Resultado da análise de pH de amostras de salmoura (10%) durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.



Fonte: Autor.

Figura 4 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras (log UFC/mL de salmoura a 10%) durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.



Fonte: Autor.

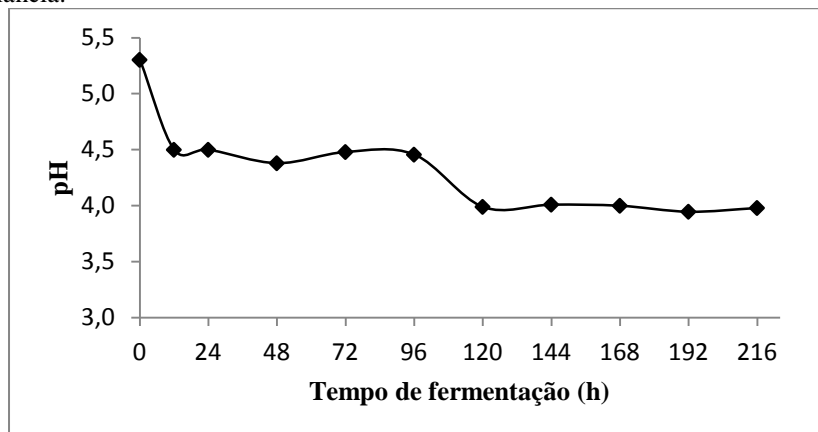
O menor valor de pH alcançado nestas condições de estudo foi 4,25, próximo ao pH mínimo (4,6) necessário para prevenir o crescimento de espécies de *Clostridium* produtoras de toxinas (PÉREZ-DÍAZ *et al.*, 2015). A Figura 4 apresenta a baixa contagem de bactérias lácticas (3,56 log UFC/mL de salmoura) presente durante a fermentação natural da entrecasca de melancia. Maiores contagens de bactérias lácticas foram reportadas por Ono *et al.* (2014) para fermentado de arroz (8 log UFC/mL), Li *et al.* (2015) e Liu *et al.* (2018) que analisaram pickles de vegetais chinês e encontraram 8,3 log UFC/mL em 24 horas de fermentação e 6 log UFC/g de produto, respectivamente.

As bactérias lácticas desempenham importante papel na segurança de produtos fermentados, além de ser de natureza benéfica e apresentar efeito desejável na saúde humana, são conhecidas por ter propriedades antagônicas em relação aos patógenos prejudiciais. O aumento da contagem de bactérias lácticas durante um processo fermentativo é geralmente seguido da redução do pH do meio até um ponto em que os agentes patogênicos e outros organismos competidores não conseguem crescer (MANI *et al.*, 2017; BEHERA *et al.*, 2017).

No estudo de Xia e colaboradores (2017), foi realizada a contagem de bactérias lácticas durante a fermentação de pickles chinês em diferentes concentrações de salmoura (4, 6, 8 e 10%). Foi observado um aumento significativo na contagem de bactérias lácticas quando as concentrações da solução salina variaram entre 4 e 8%. Na fermentação conduzida com solução salina a 6%, a contagem de bactérias lácticas aumentou de 4,86 log UFC/mL para 9,62 log UFC/mL no terceiro dia de fermentação, havendo decréscimo significativo em seguida. Entretanto, as bactérias lácticas foram inibidas severamente em solução salina a 10%, apresentando apenas 6,04 log UFC/mL no quinto dia de fermentação. A concentração da solução salina durante o processo fermentativo também pode atuar na inibição de outros microrganismos contaminantes e ainda promover a formação de sabor.

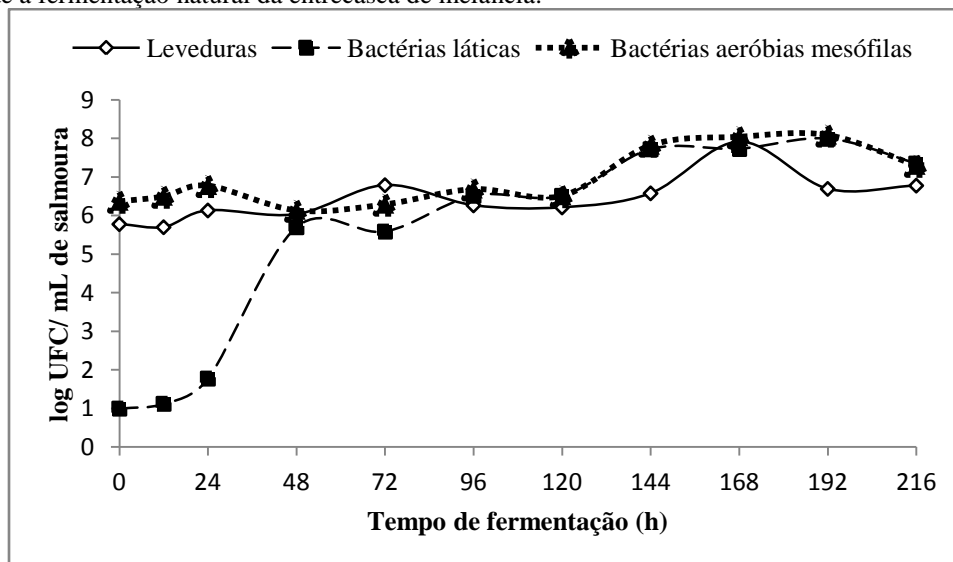
Baseado nestas informações e conforme foi avaliado em pré-testes, a concentração da solução salina do presente estudo foi padronizada em 8%, bem como foi realizado nos estudos de Behera *et al.* (2017), Li *et al.* (2015), Yu *et al.* (2012) e Panda, Parmanick e Ray (2006). Os resultados das análises de pH e análises microbiológicas da fermentação natural da entrecasca de melancia empregando salmoura a 8% são apresentados na Figura 5 e 6, respectivamente. As análises foram realizadas em intervalos de 24 horas até o nono dia de fermentação.

Figura 5 – Resultado da análise de pH de amostras de salmoura (8%) durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.



Fonte: Autor.

Figura 6 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras (log UFC/mL de salmoura a 8%) durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.



Fonte: Autor.

As maiores contagens de bactérias lácticas e bactérias aeróbias mesófilas são observadas a partir do sexto dia de fermentação (144 h), embora não tenha havido mudanças expressivas nos valores de pH desde o quinto dia de fermentação (120 h). Com relação ao crescimento de leveduras, a maior população foi verificada no sétimo dia de fermentação (168 h), mas populações acima de 6 log UFC/mL foram verificadas desde o primeiro dia de fermentação (24 h).

Segundo Arroyo-Lopez e colaboradores (2012), as leveduras coexistem com a presença de bactérias lácticas durante a fermentação de vegetais. Entretanto, algumas leveduras apresentam a capacidade de usar os ácidos láctico e acético durante o metabolismo aeróbio, resultando no aumento do pH do meio fermentativo (FRANCO *et al.*, 2012). Visto que esse

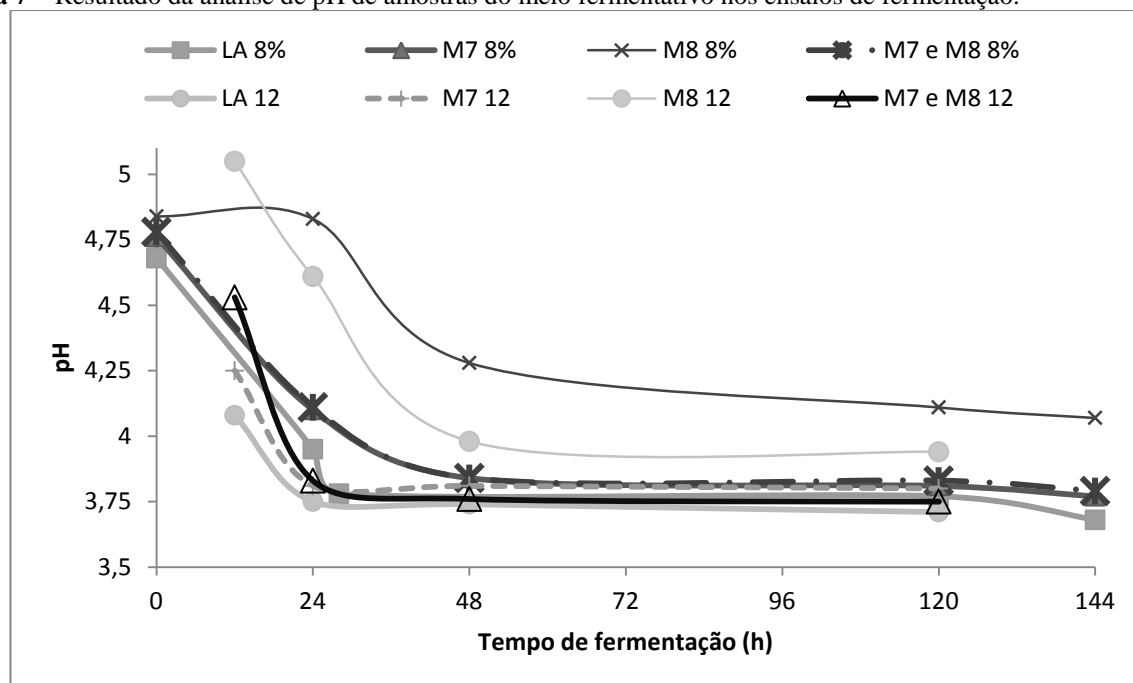
processo é indesejável, foi definido que a fermentação da entrecasca de melancia seria realizada até o sexto dia de fermentação (144 h).

Após o quarto dia de fermentação (96 h), apenas dois tipos morfológicos de colônia foram observados no meio MRS Agar. Estes dois microrganismos, codificados como M7 e M8, foram isolados e repicados para posterior inoculação em meio fermentativo.

4.1.2 Ensaios de fermentação

Os ensaios de fermentação foram realizados de acordo com a Tabela 2 apresentada no item 3.1.5. Os resultados das análises de pH são apresentados na Figura 7.

Figura 7 – Resultado da análise de pH de amostras do meio fermentativo nos ensaios de fermentação.



Fonte: Autor.

Nos ensaios de fermentação conduzidos em salmoura, os menores valores de pH verificados foram obtidos nas fermentações LA 8% (3,68), M7 8% (3,77) e M7 e M8 8% (3,79). Já no ensaio M8 8%, foi verificado o pH 4,07. Baseado nos resultados obtidos para os ensaios M7 8%, M7 e M8 8% e M8 8%, sugere-se que o microrganismo responsável pelo decaimento do pH no ensaio M7 e M8 8%, foi o isolado M7, sendo este, portanto, o microrganismo escolhido para posteriores fermentações. O *Lactobacillus acidophilus* mostrou ser um bom *starter* para aplicação em processos fermentativos de entrecasca de melancia,

visto que foi verificado um comportamento similar ao isolado M7, microrganismo naturalmente presente na fermentação deste vegetal.

Os ensaios de fermentação realizados em água mineral com imersão prévia da entrecasca de melancia em solução salina foram interrompidos no quinto dia de fermentação (120 h) devido a formação de filmes na superfície da salmoura e turvação da mesma. Existem dois grupos de leveduras presentes em processos fermentativos de vegetais, as fermentativas e as oxidativas. As oxidativas não fermentam açúcares anaerobicamente. Estas leveduras crescem na superfície do meio de fermentação e oxidam os produtos primários da fermentação, como o ácido láctico, resultando na formação de filmes, desenvolvimento de *off-flavors* e redução do pH, facilitando o crescimento de outros microrganismos deterioradores (MOON *et al.*, 2014; ARROYO-LOPEZ *et al.*, 2012).

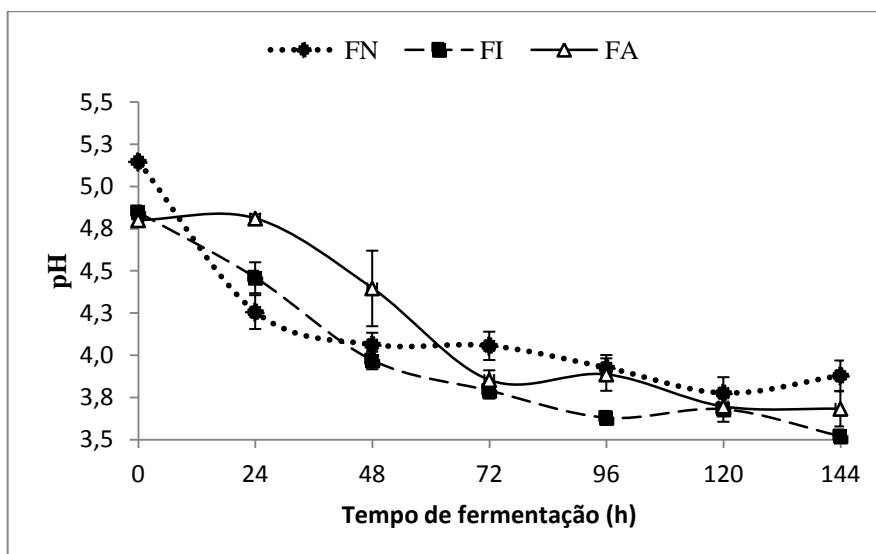
Moon e colaboradores (2014) estudaram a deterioração por leveduras de Kimch, um fermentado de vegetais muito popular na Ásia. Neste estudo, a levedura *Pichia kudriavzevii* foi responsável por efeitos indesejáveis no produtos fermentados, como formação superficial de filmes, modificação da textura, produção de *off-flavors* e sabores desagradáveis.

Segundo Medina-Pradas e colaboradores (2017), em processos fermentativos de pepino, os tanques de fermentação são normalmente descobertos e mantidos ao ar livre a fim de permitir que a radiação ultravioleta da luz solar iniba ou reduza o crescimento de leveduras oxidativas. Portanto, sugere-se que houve o crescimento de leveduras oxidativas nos ensaios de fermentação conduzidos em água mineral, inviabilizando que o processo seja conduzido desta forma.

4.1.3 *Acompanhamento das fermentações natural e adicionadas de culturas starters (isolado e comercial *L. acidophilus*)*

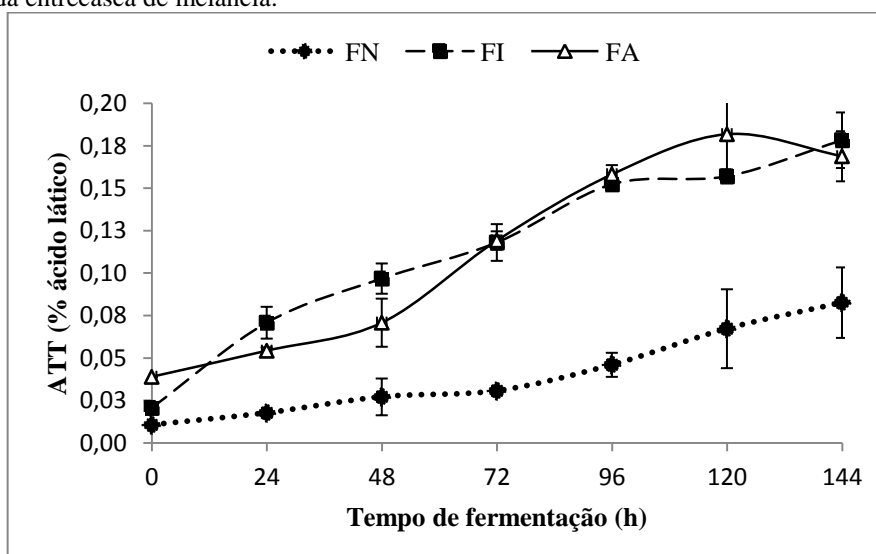
As Figuras 8 e 9 apresentam os valores de pH e acidez total titulável de amostras de salmoura retiradas durante a fermentação natural, fermentação com adição de *starter* isolado e com adição do *starter L. acidophilus* da entrecasca de melancia durante os seis dias de fermentação (144 h).

Figura 8 – Resultado das análises de pH de amostras de salmoura (8%) durante as fermentações da entrecasca de melancia.



Fonte: Autor. FN: Fermentação natural; FI: Fermentação com adição de *starter* isolado; FA: Fermentação com adição do *starter L. acidophilus*.

Figura 9 – Resultado das análises de acidez total titulável (%ácido láctico) de amostras de salmoura durante as fermentações da entrecasca de melancia.



Fonte: Autor. FN: Fermentação natural; FI: Fermentação com adição de *starter* isolado; FA: Fermentação com adição do *starter L. acidophilus*.

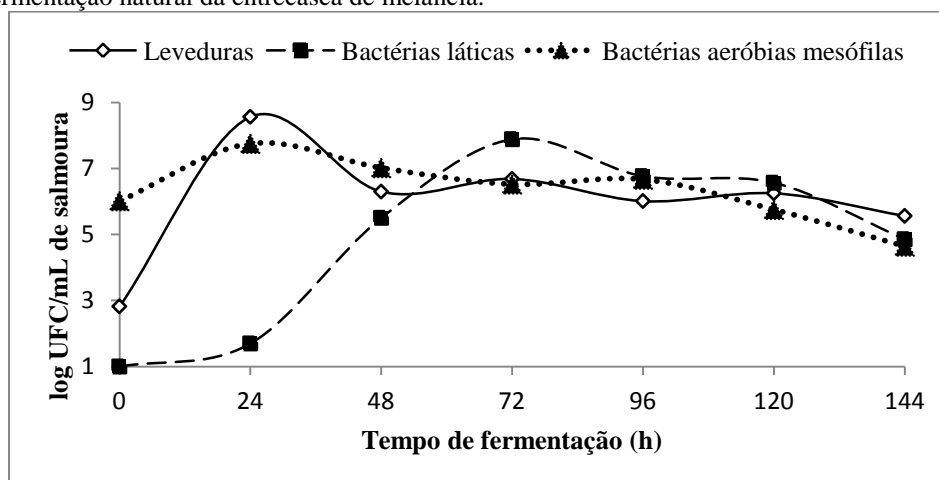
Na fermentação natural (Figura 8), o pH reduziu significativamente ($p \leq 0,05$) de 5,14 para 4,25 nas primeiras 24 horas de fermentação, atingindo 3,88 no final do processo fermentativo. O menor valor de pH (3,77) foi observado no quinto dia de fermentação (120 h). Por outro lado, nas fermentações adicionadas de culturas *starters*, foram alcançados menores valores de pH no final dos processos fermentativos, sendo atingidos 3,52 (*starter* isolado) e 3,68 (*starter L. acidophilus*). Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) nos

valores de pH entre os pontos 0 e 24 horas da fermentação com adição de *starter L. acidophilus*. Ojokoh e Orekoya (2016) relataram a redução do pH de 5 para 4,5 após 96 horas da fermentação natural da entrecasca de melancia.

Os valores de pH obtidos neste estudo são inferiores a 4,6; condição necessária para inibir o crescimento de espécies de *Clostridium* produtoras de toxinas (PÉREZ-DÍAZ *et al.*, 2015). De acordo com Panda, Parmanick e Ray (2006), o pH é um fator crítico no desenvolvimento de sabor e aroma de vegetais fermentados, e uma rápida diminuição do pH no início do processo fermentativo é importante para a qualidade do produto final. A redução do pH durante a fermentação está relacionada à produção de ácidos orgânicos pelos microrganismos, principalmente o ácido lático pelas bactérias lácticas. A presença destas bactérias pode inibir o crescimento de outros microrganismos, incluindo os deterioradores (SHEN *et al.*, 2017).

Diferenças significativas ($p \leq 0,05$) nos resultados de acidez total titulável durante a fermentação natural foram observadas após o quarto dia de fermentação (96 h). Os menores valores de acidez foram obtidos durante a fermentação natural. Esse resultado era esperado visto que também foram obtidos os maiores valores de pH no decorrer desse processo. No final dos processos fermentativos adicionados de culturas *starters*, observam-se valores de acidez próximos a 0,18 g/100 g de ácido lático. A Figura 10 apresenta as contagens de leveduras, bactérias lácticas e bactérias aeróbias mesófilas durante a fermentação natural da entrecasca de melancia durante os seis dias de fermentação (144 h).

Figura 10 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras (log UFC/mL de salmoura) durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.



Fonte: Autor.

O início da fermentação natural é marcado pelo aumento da população de leveduras de 2,82 para 8,57 log UFC/mL de salmoura até as primeiras 24 horas de fermentação e a redução desta população para 6,30 log UFC/mL de salmoura até 48 h. Em contrapartida, observa-se maior taxa de crescimento da população de bactérias láticas entre 24 e 72 horas do processo fermentativo. A redução da população de leveduras pode estar relacionada à seleção de microrganismos com maior resistência a condições ácidas do meio (MEDINA-PRADAS *et al.*, 2017).

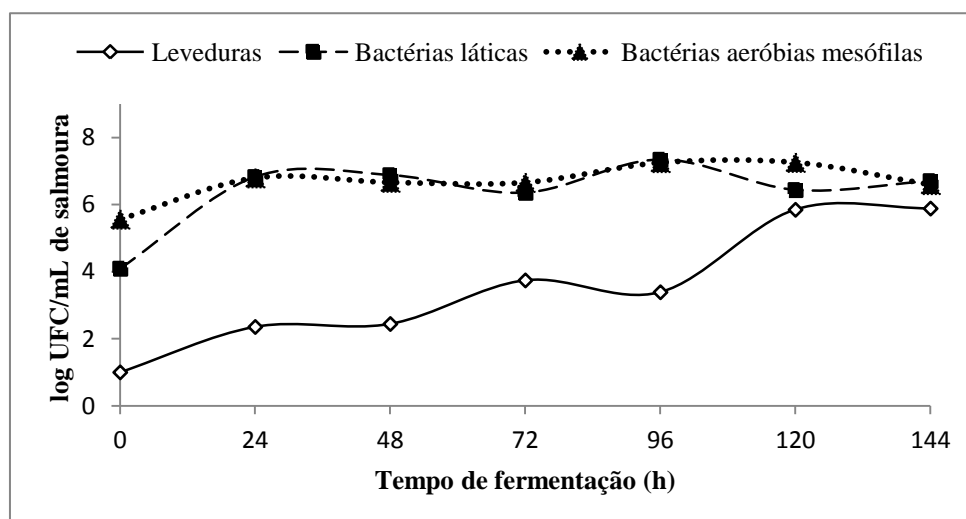
Na fermentação natural de muitos alimentos, observa-se a associação entre bactérias láticas e leveduras. Em estudo realizado a partir de fermentado búlgaro à base de cereais foi observado o crescimento destes dois grupos de microrganismos na razão 2,2:2,6 entre bactérias láticas e leveduras. Dentre esses grupos, sete espécies de bactérias láticas foram identificadas em diferentes proporções, das quais 82% pertenciam ao gênero *Lactobacillus* e 18% ao gênero *Leuconostoc*. O *Lactobacillus plantarum* foi o microrganismo predominante na população de bactérias láticas. A espécie dominante de leveduras foi a *Saccharomyces cerevisiae*, representando 47% da população de leveduras. Espécies de *Candida* e *Geotrichum* também foram identificadas no estudo (GOTCHEVA *et al.*, 2000). Shen e colaboradores (2017) também reportaram a predominância de espécies do gênero *Lactobacillus* na fermentação de abóbora d'água.

Segundo Koyanagi e colaboradores (2016), o estágio inicial da fermentação natural de vegetais é caracterizado pelo aumento da população de *Lactococcus*, seguido do aumento da população de *Lactobacillus*. Em geral, ocorre redução de microrganismos indesejáveis durante este período, seguido de relativo aumento na contagem de bactérias láticas e leveduras mais tolerantes a baixos valores de pH, como a *Saccharomyces* (LIU *et al.*, 2018).

Ojokoh e Orekoya (2016) avaliaram a fermentação natural da entrecasca de melancia e isolaram cepas de *Lactobacillus plantarum*, *L. acidophilus*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus lactis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis* e *Micrococcus luteus* durante o processo fermentativo. Entre os microrganismos isolados, as espécies do gênero *Lactobacillus* foram as predominantes no decorrer da fermentação.

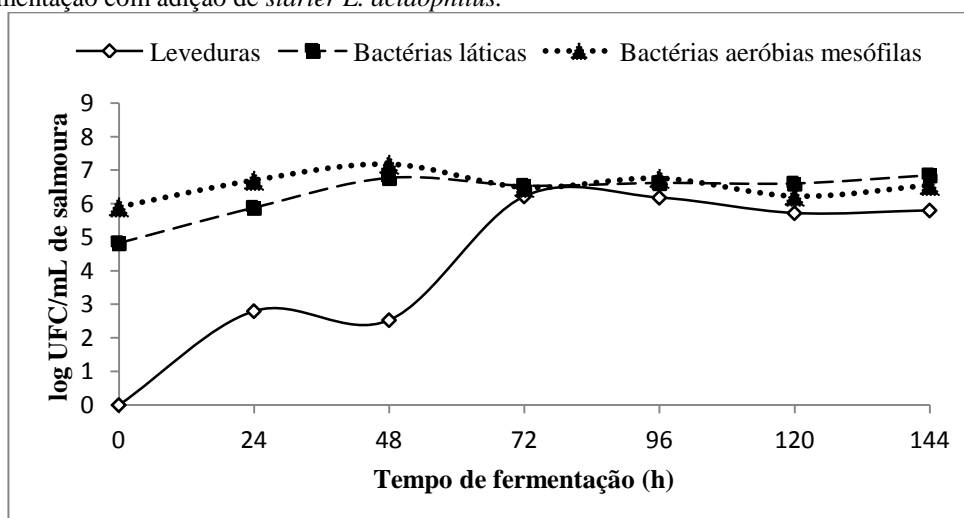
Nguyen e colaboradores (2013) isolaram 881 bactérias lácticas de 21 amostras de mostarda, beterraba e berinjela fermentadas, produtos comumente comercializados no Vietnã. As principais bactérias lácticas associadas a estes produtos foram espécies de *Lactobacillus fermentum* (56.6%), *Lactobacillus pentosus* (24.4%) e *Lactobacillus plantarum* (17.1%). As contagens de leveduras, bactérias lácticas e bactérias aeróbias mesófilas durante as fermentações com adição de *starter* isolado e com adição do *starter* *L. acidophilus* da entrecasca de melancia durante os seis dias de fermentação (144 h) são apresentadas nas Figuras 11 e 12.

Figura 11 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras (log UFC/mL de salmoura) durante a fermentação com adição de *starter* isolado.



Fonte: Autor.

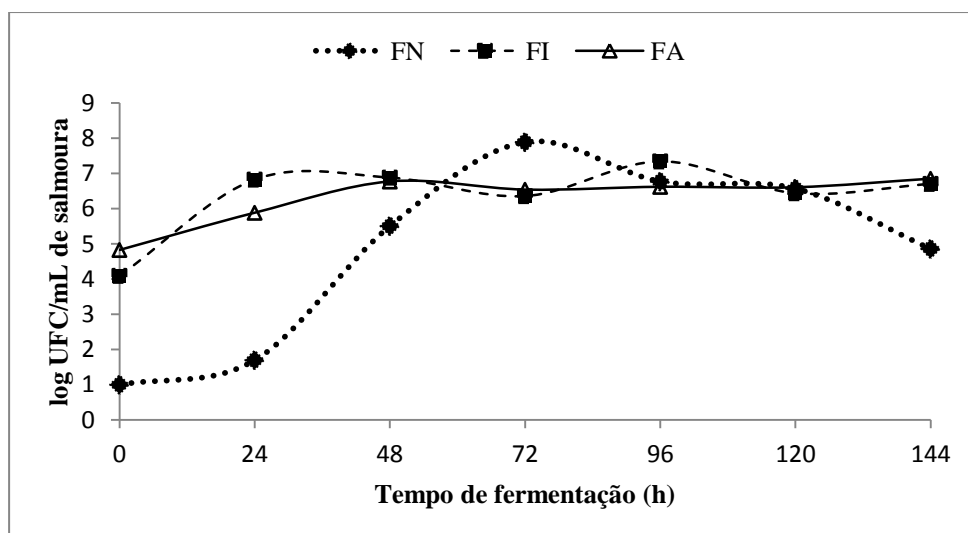
Figura 12 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras (log UFC/mL de salmoura) durante a fermentação com adição de *starter* *L. acidophilus*.



Fonte: Autor.

Nos experimentos com adição de *starter*, a contagem inicial de leveduras foi menor que nas fermentações espontâneas relatadas no presente estudo. Esse fato pode estar relacionado ao tratamento térmico inicial realizado na entrecasca de melancia para redução da população microbiana endógena. Ainda, pode-se observar a semelhança entre as populações de bactérias lácticas e de bactérias aeróbias mesófilas durante todo o processo fermentativo. É provável que, entre as bactérias aeróbias mesófilas, haja a predominância de bactérias lácticas. As contagens de bactérias lácticas durante as fermentações natural, com adição de *starter* isolado e com adição do *starter* *L. acidophilus* da entrecasca de melancia durante os seis dias de fermentação (144 h) são apresentadas na Figura 13.

Figura 13 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas e leveduras (log UFC/mL de salmoura) durante a fermentação com adição de *starter* *L. acidophilus*.



Fonte: Autor.

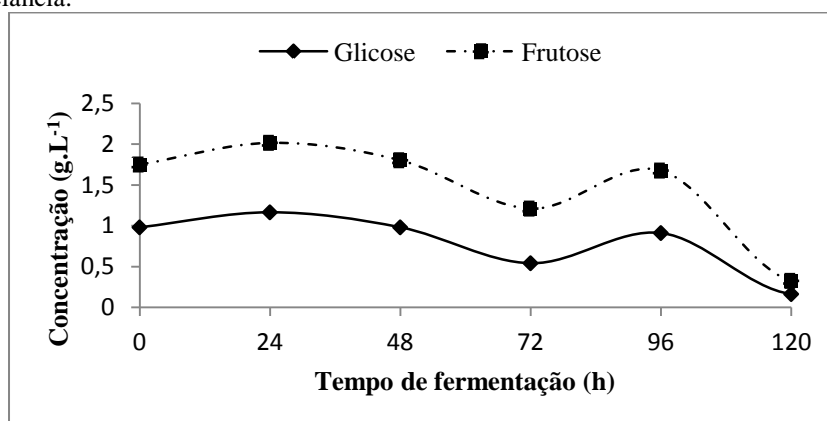
As populações microbianas das culturas adicionadas foram de 4,09 e 4,82 log UFC/mL do *starter* isolado e da cultura *starter* de *L. acidophilus* nas respectivas fermentações. Apesar da diferença inicial entre as duas populações, a população de bactérias lácticas na fermentação com adição do *starter* isolado cresceu mais nas primeiras 24 horas de fermentação. As culturas *starters* de bactérias lácticas devem apresentar boa capacidade de crescimento, acidificação do meio, produção de enzimas e de substâncias inibidoras (ENAN *et al.*, 2013). Apesar das diferenças existentes entre a microbiota presente em diferentes matrizes vegetais, os resultados observados para as contagens de bactérias lácticas no presente

estudo são consistentes com os relatados anteriormente para pickles elaborados a partir de outros vegetais (XIA *et al.*, 2017a; LI *et al.*, 2015; ONO *et al.*, 2014; YU *et al.*, 2012).

Em estudo realizado por Enan, Abdel-Haliem e Tartour (2014), foram isoladas 61 bactérias a partir de frutas e vegetais fermentados normalmente consumidos no Egito. Quatro bactérias foram selecionadas entre os isolados para testes de fermentação, em que foram avaliados o crescimento e a capacidade de acidificação do meio. Dentre as quatro bactérias estudadas, uma era bactéria láctica (*L. plantarum*). As maiores populações e a maior acidificação do meio foram atingidos pela bactéria láctica isolada, onde foi reportado 8,9 log UFC/ mL e pH 3,5 após 48 horas de fermentação.

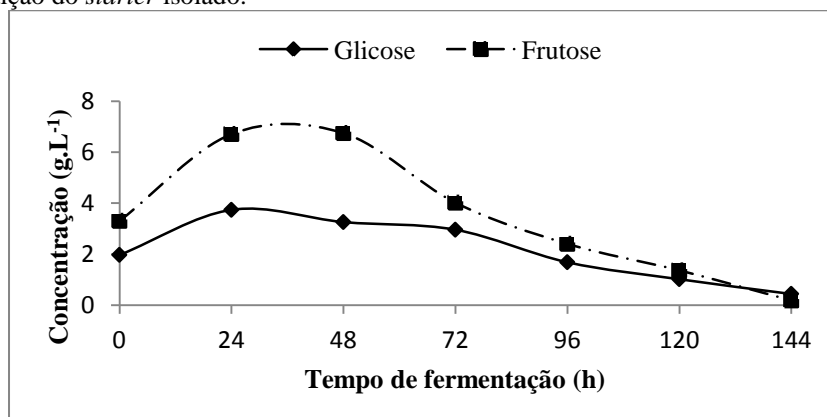
Os resultados das análises de açúcares realizadas ao longo das fermentações são apresentados nas Figuras 14, 15 e 16.

Figura 14 – Resultado das análises de açúcares de amostras de salmoura durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.



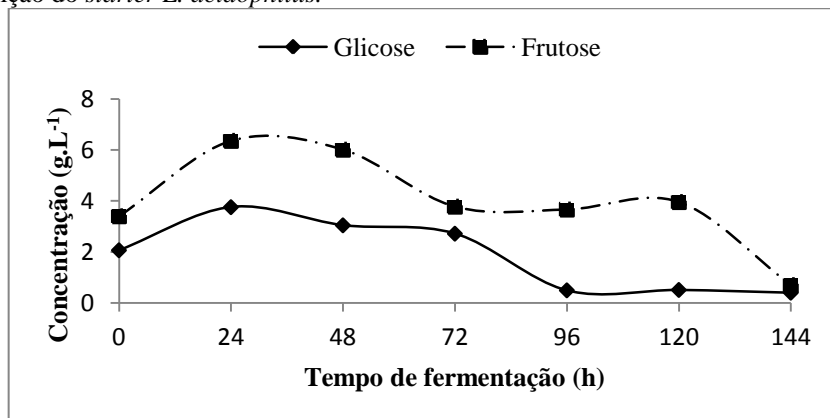
Fonte: Autor.

Figura 15 – Resultado das análises de açúcares de amostras de salmoura durante a fermentação da entrecasca de melancia com adição do *starter* isolado.



Fonte: Autor.

Figura 16 – Resultado das análises de açúcares de amostras de salmoura durante a fermentação da entrecasca de melancia com adição do *starter L. acidophilus*.

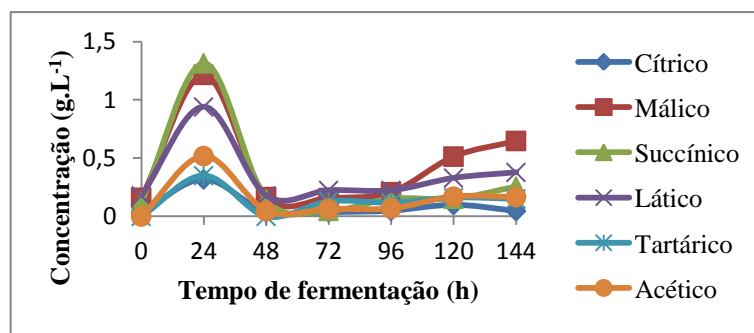


Fonte: Autor.

No decorrer dos processos fermentativos estudados, são observadas oscilações nas concentrações de açúcares e de ácidos orgânicos no meio de fermentação. Estas oscilações podem ser causadas pelo efeito tampão dos vegetais, que está relacionado ao equilíbrio entre as concentrações das substâncias presentes na salmoura e no interior do vegetal, conforme é citado por Goldoni (2004).

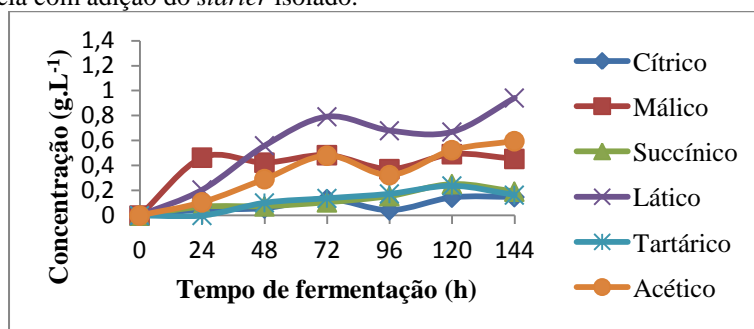
A difusão dos componentes do tecido do vegetal é influenciada pela concentração da salmoura, e a ação dos microrganismos sobre a matriz vegetal é relacionada às condições do meio e à composição da comunidade microbiana presente (MEDINA-PRADAS *et al.*, 2017). Desta forma, a semelhança entre as variações das concentrações de glicose e frutose em cada processo fermentativo pode estar relacionada à composição da microbiota presente e influência desta microbiota na matriz do vegetal. Os resultados das análises de ácidos orgânicos realizadas ao longo das fermentações são apresentados nas Figuras 17, 18 e 19.

Figura 17 – Resultado das análises de ácidos orgânicos de amostras de salmoura durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.



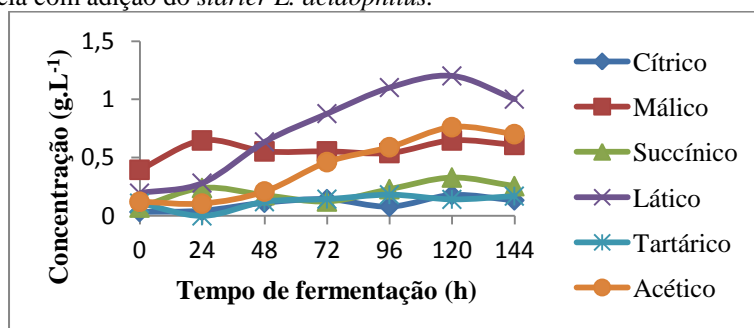
Fonte: Autor.

Figura 18 – Resultado das análises de ácidos orgânicos de amostras de salmoura durante a fermentação da entrecasca de melancia com adição do *starter* isolado.



Fonte: Autor.

Figura 19 – Resultado das análises de ácidos orgânicos de amostras de salmoura durante a fermentação da entrecasca de melancia com adição do *starter L. acidophilus*.

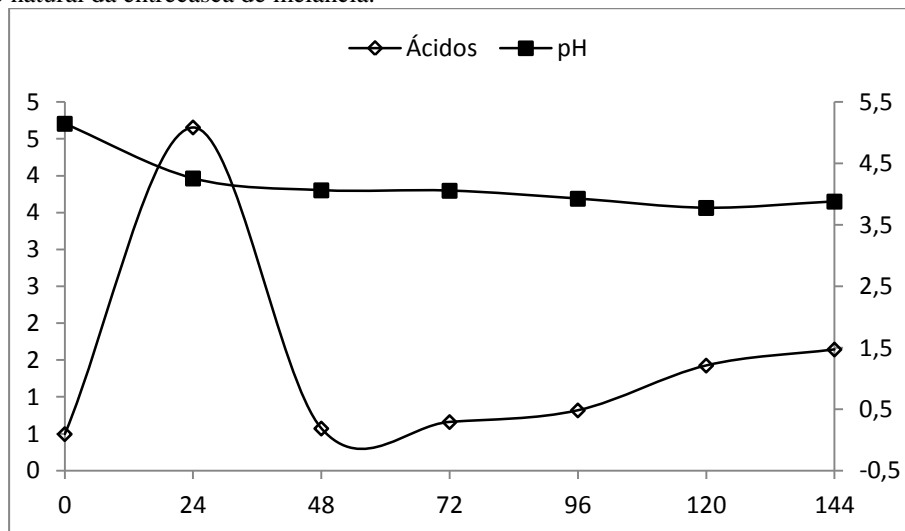


Fonte: Autor.

Em todos os processos fermentativos são observadas reduções das concentrações de açúcares e aumento das concentrações de ácidos orgânicos quando comparado ao início de cada processo. Nas fermentações com adição de culturas *starters*, essas modificações são ainda mais notórias devido às menores concentrações de açúcares e maiores concentrações de ácidos orgânicos no sexto dia de fermentação (144 h). A ocorrência de ácidos orgânicos é consequência de hidrólises, atividade microbiana e metabolismo bioquímico com enfoque para o ciclo de Krebs, a via mais importante realizada em quase todos os organismos vivos, em que os ácidos orgânicos são intermediários naturais, sendo formados e consumidos neste processo.

Durante a fermentação natural, observa-se o aumento das concentrações de ácidos orgânicos nas primeiras 24 horas, com consecutiva redução até 48 horas de fermentação. Entretanto, essas variações não estão relacionadas com os valores de pH obtidos (FIGURA 20).

Figura 20 – Relação entre os resultados das análises de ácidos orgânicos e pH de amostras de salmoura durante a fermentação natural da entrecasca de melancia.



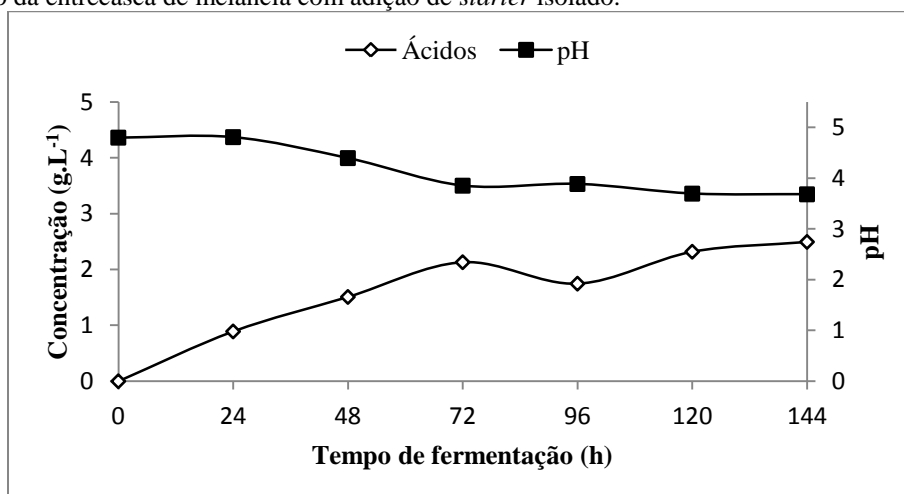
Fonte: Autor.

O elevado aumento da população de leveduras até 24 horas de fermentação é mostrado na Figura 10 referente à população microbiana na fermentação natural da entrecasca de melancia. Segundo Medina-Pradas e colaboradores (2017), algumas cepas de leveduras relatadas em fermentações de vegetais possuem a capacidade de produzir enzimas como proteases, xilanases e pectinases, que atuam sobre substâncias pécicas, celulose, hemiceluloses e polissacarídeos.

No estudo de Monteiro (2015), foi analisada a produção de ácidos orgânicos por cepas de leveduras assimiladoras de xilose. Neste estudo, os picos de acidificação dos meios coincidiram com a maior taxa de crescimento microbiano, sugerindo a secreção de substâncias ácidas na fase de aceleração do crescimento das leveduras. Com base nessas informações, supõe-se que pode ter havido o desenvolvimento de leveduras pectinolíticas ou celulolíticas, causando a hidrólise de compostos da matriz vegetal e a produção de ácidos orgânicos, juntamente com leveduras oxidativas, capazes de consumir os ácidos produzidos; não interferindo diretamente nos valores de pH do meio.

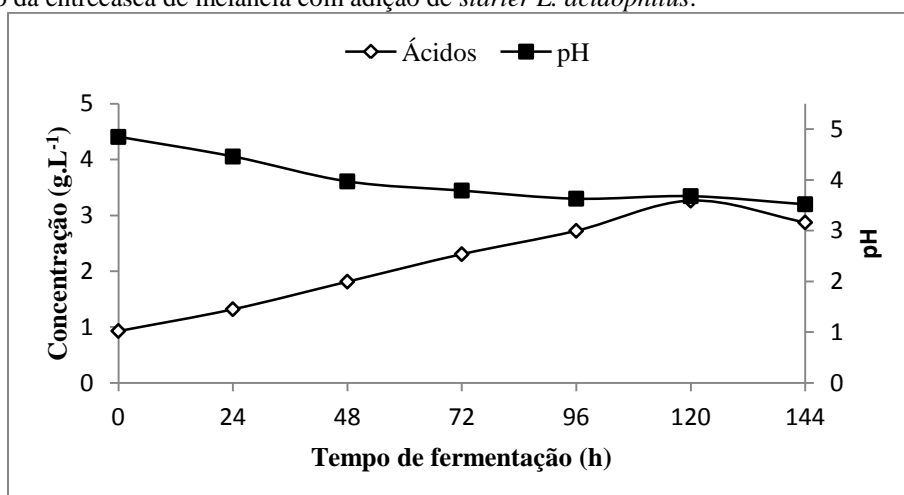
Embora não tenham sido encontrados relatos anteriores quanto ao perfil de ácidos orgânicos de entrecasca de melancia fermentada, as concentrações de ácidos orgânicos obtidas nas fermentações com adição de cultura *starter* podem ser relacionadas com os valores de pH encontrados, conforme pode ser observado nas Figuras 21 e 22.

Figura 21 – Relação entre os resultados das análises de ácidos orgânicos e pH de amostras de salmoura durante a fermentação da entrecasca de melancia com adição de *starter* isolado.



Fonte: Autor.

Figura 22 – Relação entre os resultados das análises de ácidos orgânicos e pH de amostras de salmoura durante a fermentação da entrecasca de melancia com adição de *starter L. acidophilus*.



Fonte: Autor.

A partir dos resultados observados para as fermentações desenvolvidas, infere-se que a existência de bactérias lácticas durante os processos fermentativos da entrecasca de melancia afetou a comunidade microbiana presente, resultando no consumo de carboidratos, produção de ácidos orgânicos e acidificação dos meios fermentativos.

4.1.4 Identificação molecular das bactérias isoladas

As bactérias M7 e M8 isoladas da fermentação natural foram enviadas para sequenciamento na macrogen (EUA) com os números de acesso KF697607.1 e KM922577.1, respectivamente. As sequências nucleotídicas do gene 16S rRNA dos produtos de PCR purificados dos isolados M7 e M8 foram apresentados Figura 23.

Figura 23 - Sequências nucleotídicas do gene 16S rRNA dos produtos de PCR purificados de isolados (a) M7, (b) M8.

ATGTGCAGTACGTGCCGTGAGTTGATCCTGGCTCAGTCGTAACAAGGTAGCCGTAGAGTT
TGATCCTGGCTCAGTCGTAACAAGGTAACCGTAGAGTTTGATCCTGGCTCAGTCGTAACA
AGGTAACCGTACAGTTTGATCCTGGCTCTGGCCTAAATGAAGAATGGAACAATATTTTCT
CATGTCTGGCCGTGGGATGAACACAACCTGTGACTTACTGATTTTGAGGGTGGGCTGGGTA
AAACGAACGCCTGCTGTGGTCGAGAGGAAGAAATCCACCTCTAACTTTAGACTGAGCCCT
GCTCCTCGCTTGGGAAGAAGCTGCAAATATGGCTCTTCTACGCGC

(a) Isolado M7 - *Leuconostoc mesenteroides* (97% [KF697607.1](#))

AATTTGGCGGCTTTGACTAATACATGCAAGTCGAACGCACAGCGAAAGGTGCTTGACCT
TTCAAGTGAGTGGCGAACGGGTGAGTAACACGTGGACAACCTGCCTCAAGGCTGGGGAT
AACATTTGGAACAGATGCTAATACCGAATAAACTTAGTGTCGCATGACACAAAGTTAA
AAGGCGCTTCGGCGTCACCTAGAGATGGATCCGCGGTGCATTAGTTAGTTGGTGGGGTAA
AGGCCTACCAAGACAATGATGCATAGCCGAGTTGAGAGACTGATCGGCCACATTGGGAC
TGAGACACGGCCCAAACCTCCTACGGGAGGCTGCAGTAGGGAATCTTCCACAATGGGCGA
AAGCCTGATGGAGCAACGCCGCGTGTGTGATGAAGGCTTTTCGGGTCGTAAAGCACTGTTG
TATGGGAAGAACAGCTAGAATAGGAAATGATTTTAGTTTGACGGTACCATAACAGAAAG
GGACGGCTAAATACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTATGTCCCGAGCGTTATCCGGAT
TTATTGGGCGTAAAGCGAGCGCAGACGGTTTATTAAGTCTGATGTGAAAGCCCGGAGCTC
AACTCCGGAATGGCATTGGAACTGGTTAACTTGAGTGCAGTAGAGGTAAGTGGAACCTCC
ATGTGTAGCGGTGGAATGCGTAGATATATGGAAGAACACCAGTGGCGAAGGCGGCTTAC
TGGACTGCAACTGACGTTGAGGCTCGAAAGTGTGGGTAGCAAACAGGATTAGATACCCT
GGTAGTCCACACCGTAAACGATGAACACTAGGTGTTAGGAGGTTTCCGCCTCTTAGTGCC
GAAGCTAACGCATTAAGTGTTCCGCCTGGGGAGTACGACCGCAAGGTTGAAACTCAAAG
GAATTGACGGGGACCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGAA
GAACCTTACCAGGTCTTGACATCCTTTGAAGCTTTTAGAGATAGAAGTGTTCTCTTCGGAG
AACAAAGTGACAGTGGTGCATGGTCGTCGTCAGCTCGTGTCTGTGAGATGTTGGGTAAAGT
CCCGCAACGAGCGCACCCCTATGTAGTGCCAGCATCAGATGGGCACTCTAGCGAGACTGCG
TGACAAACGAGAAGCGGACGACGTCGATCATCATGCCCTTATGACTGGCTACCCACGTGC
TACAATGACGTACACGATTGCAAGCTCGCGAGGCTGACCTATTCTCTTAAAGGACTACCG
CTCTCTCAGTTCCGGGAATGTGGAGAA

(b) Isolado M8 – *Leuconostoc mesenteroides* (97% [KM922577.1](#))

Os *Leuconostocs* são bactérias Gram-positivas em formato de cocos, que ocorrem em cadeias e pares; são heterofermentativas, e produzem ácido lático e dióxido de carbono via a fermentação da glicose. As bactérias do gênero requerem um pH ligeiramente mais alcalino que outros gêneros de bactérias lácticas, sendo geralmente inibidos abaixo de um pH próximo a 4,5, enquanto que *Lactobacillus* e *Pediococcus* são capazes de crescer. Os *Leuconostocs* apresentam temperatura ótima de crescimento entre 20 e 30 °C e crescem melhor em meios fermentativos com baixas concentrações de sal (em torno de 2,5%), diferente do resultado obtido no presente estudo. O gênero é usualmente encontrado em vegetais e em produtos derivados do leite, desempenhando importante papel na fermentação de inúmeros produtos, dentre eles o chucrute, o pickles de pepino, lácteos e carnes (CARR, CHILL e MAIDA, 2002).

4.2 Análises físico-químicas

4.2.1 Estudo da entrecasca de melancia

4.2.1.1 Rendimento

O peso médio das melancias, variedade *Manchester*, processadas no presente trabalho e de suas frações são expressos na Tabela 3, bem como o percentual de entrecasca.

Tabela 3 – Análises físicas das melancias processadas.

Componentes	Quantidade
Peso médio dos frutos (kg)	13,01 ± 2,67
Polpa + sementes (kg)	9,13 ± 2,34
Casca (porção verde exterior) (kg)	1,56 ± 0,20
Entrecasca (porção branca interior) (kg)	2,32 ± 0,32
Entrecasca (% m/m)	18,82 ± 3,61

Fonte: Autor.

De acordo com os estudos de Mushtaq e colaboradores (2015) e Guimarães, Freitas e Silva (2010), a entrecasca de melancia representa cerca de 30% do peso total do fruto. Para Yadla e colaboradores (2013), aproximadamente 33% do fruto é constituído de casca, sendo que 4,36% é a porção verde exterior e 29% a porção branca interior, valor acima do verificado neste trabalho. Valores inferiores foram encontrados por Santana e Oliveira

(2005) em melancias das variedades *Rubi*, *Vitória* e *Crimson sweet*, com percentuais de entrecasca de 12,1%, 14,2% e 15,6%, respectivamente.

4.2.1.2 Análises físico-químicas da entrecasca de melancia

A composição centesimal da entrecasca de melancia *in natura*, variedade *Manchester*, é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Média das análises de composição centesimal (% em base úmida) da entrecasca de melancia *in natura*, variedade *Manchester*, \pm desvio padrão.

Constituintes (%)	Média \pm Desvio padrão
Umidade	94,16 \pm 0,23
Cinzas	0,59 \pm 0,00
Proteína	0,14 \pm 0,02
Lipídeos	0,36 \pm 0,06
Carboidratos	0,77 \pm 0,06
Fibra alimentar	3,98 \pm 0,29

Fonte: Autor.

A entrecasca de melancia apresentou umidade de 94,16%, próximos aos encontrados por Lima *et al.* (2015), Hoque e Iqbal (2015), Hani *et al.* (2014) e Athmaselvi *et al.* (2012), que obtiveram 96,64; 94,62; 94,60 e 95%, respectivamente. Santana e Oliveira (2005) analisaram a composição da entrecasca de melancia, variedade *Crimson Sweet*, e encontraram 93,52% de umidade. Portela (2009) encontrou 96% a partir da variedade *Schrad*, valor próximo ao obtido para a variedade *Manchester* neste estudo. Menores valores também foram encontrados por Athmaselvi e Arumuganathan (2015), que obtiveram 92,50% para melancias obtidas no mercado local da Índia; e encontrados por Erukainure *et al.* (2010) de 91,22% a partir de melancias obtidas no mercado local de Lagos, na Nigéria.

A porcentagem de cinzas da entrecasca de melancia determinada (0,59%) foi similar ao reportado por Santana e Oliveira (2005) (0,58%). Percentual inferior (0,46%) foi encontrado por Hoque e Iqbal (2015) e valores superiores foram reportados por Lima *et al.* (2015) e Erukainure (2010), de 0,83 e 0,92%, respectivamente. Gladvin e colaboradores (2017) estudaram o conteúdo mineral da entrecasca de melancia e encontraram os minerais ferro (1,29 mg/100 g), manganês (1,42 mg/100 g), fósforo (135,24 mg/100 g), cálcio

(29,15 mg/100 g), sódio (12,65 mg/100 g), cobre (0,45 mg/100 g), zinco (1,29 mg/100 g), magnésio (1,48 mg/100 g) e potássio (1,37 mg/100 g).

Quanto ao teor de proteína, foram encontrados 0,14% na entrecasca de melancia, valor menor que os resultados encontrados nos estudos de Akashi *et al.* (2017) (0,45%) e Lima *et al.* (2015) (0,58%). O teor de lipídeos encontrado na entrecasca de melancia foi de 0,36%. Valor semelhante foi encontrado por Santana e Oliveira (2005) no estudo sobre aproveitamento da entrecasca de melancia para elaboração de doces alternativos, em que foi relatado teor de lipídeos de 0,30%. Erukainure e colaboradores (2010) relataram 0,69% para este constituinte.

O teor de carboidratos determinado para a entrecasca de melancia foi de 0,77%, abaixo do relatado por Lima e colaboradores (2015), de 0,82%, e acima do valor encontrado por Portela (2009), de 0,52%. Quanto ao teor de fibra alimentar (3,98%), esse valor foi menor que o obtido no estudo de Egbunu (2015), de 2,98% para fibra bruta. De acordo com Guimarães (2007), a entrecasca de melancia é rica em fibra alimentar insolúvel. As fibras, quando consumidas regularmente, ajudam a prevenir doenças crônicas e degenerativas, atuam no controle dos níveis de lipídeos e de açúcar no sangue gerando efeitos fisiológicos desejáveis (VAN DOKKUM, 2008).

Os resultados das análises de pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais da entrecasca de melancia *in natura*, variedade *Manchester*, são expressos na Tabela 5.

Tabela 5 – Média dos valores de pH, ATT e SST da entrecasca de melancia *in natura*, variedade *Manchester*, \pm desvio padrão.

Análises	Média \pm Desvio Padrão
SST (°Brix)	4,67 \pm 0,08
pH	5,06 \pm 0,01
ATT (%ácido málico)	0,12 \pm 0,00

Fonte: Autor.

O valor médio encontrado para análise de sólidos solúveis totais da entrecasca de melancia, variedade *Manchester*, foi de 4,67 °Brix. Valores próximos foram determinados por Tarazona-Díaz e colaboradores (2011) para as entrecascas de melancias das variedades *Kudam* (4,8 °Brix), *Boston* (5,0 °Brix) e *Motril* (5,04 °Brix). No mesmo estudo, as variedades *Azabache* e *Fashion* também foram analisadas sendo reportados SST de 4,02 e 5,32 °Brix, respectivamente. O valor de sólidos solúveis encontrado por Costa (2017) para a entrecasca de melancia da mesma variedade do presente estudo foi de 4,17 °Brix. Menor valor foi

reportado por Portela (2009), de 4,0 °Brix e maior valor foi reportado por Athmaselvi e Arumuganathan (2015), que obtiveram 5,8 °Brix.

A média de pH encontrada neste estudo foi de 5,06, semelhante aos valores apresentados por Tarazona-Díaz e colaboradores (2011) para cinco variedades de melancias analisadas, que variaram entre 5,10 e 5,37. Lima e colaboradores encontraram valor de pH de 6,16, próximo ao encontrado por Costa (2017), cujo pH foi de 5,88.

A entrecasca de melancia apresentou 0,12% de acidez total titulável, próximos aos valores encontrados para as variedades *Fashion*, *Azabache*, *Motril*, *Kudam* e *Boston*, de 0,134%; 0,114%; 0,107%; 0,117% e 0,118%, respectivamente, reportados por Tarazona-Díaz e colaboradores (2011). Segundo Nawirska-Olszańska e colaboradores (2014), o teor de ácidos tituláveis livres em vegetais varia entre 0,2 e 0,4 g/100 g de tecido vegetal.

Diversos fatores podem interferir na composição de matérias-primas vegetais, como a variedade, época de plantio, solo, irrigação e localização geográfica. Ainda podem ser citadas as muitas mudanças morfológicas e bioquímicas a que os frutos estão sujeitos durante o processo de maturação, dentre elas o aumento do tamanho, amolecimento dos tecidos e acumulação de açúcares e compostos antioxidantes (AKASHI *et al.*, 2017, PORTELA, 2009). Todos esses fatores podem estar relacionados às diferenças encontradas entre os resultados reportados na literatura e os citados no presente estudo para a entrecasca de melancia.

Os resultados das análises de ácidos orgânicos para a entrecasca de melancia *in natura* são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Média dos valores de ácidos orgânicos (mg/g em base úmida) presentes na entrecasca de melancia *in natura*, variedade *Manchester*, \pm desvio padrão.

Ácidos orgânicos	Média \pm desvio padrão
Ácido cítrico	0,14 \pm 0,00
Ácido málico	0,91 \pm 0,04
Ácido succínico	0,29 \pm 0,01
Ácido láctico	3,43 \pm 0,04
Ácido tartárico	0,28 \pm 0,00
Ácido acético	0,10 \pm 0,01

Fonte: Autor.

Em estudo de Gao e colaboradores (2018), foi analisado o conteúdo de ácidos orgânicos presente na polpa da melancia. Os autores relataram que os ácidos málico (entre 5 e 14 mg/g), cítrico e oxálico (entre 1 e 1,5 mg/g) são os principais ácidos orgânicos da fruta

madura. Na entrecasca de melancia analisada, os ácidos láctico ($3,43 \pm 0,04$ mg/g) e málico ($0,91 \pm 0,04$ mg/g) são os principais, seguidos dos ácidos succínico ($0,29 \pm 0,01$ mg/g), tartárico ($0,28 \pm 0,00$ mg/g), cítrico ($0,14 \pm 0,00$ mg/g) e acético ($0,10 \pm 0,01$ mg/g). A composição e o teor de ácidos orgânicos influenciam a qualidade organoléptica das frutas, variando consideravelmente entre espécies vegetais e cultivares, e sendo influenciados também por aspectos como clima, solo, irrigação, entre outros (GAO *et al.*, 2018, NAWIRSKA-OLSZAŃSKA *et al.*, 2014).

Quanto ao teor de compostos fenólicos presentes na entrecasca de melancia, foi encontrado $23,95 \pm 1,87$ mg de ácido gálico/100 g em base úmida para a variedade analisada. Valores entre 38,5 e 50,7 mg/100 g foram encontrados por Tarazona-Díaz e colaboradores (2011) para as variedades *Fashion*, *Azabache*, *Motril*, *Kudam* e *Boston*. No mesmo estudo, os teores de compostos fenólicos presentes nas polpas das cinco variedades analisadas foram significativamente menores ($p \leq 0,05$) que os teores encontrados nas entrecascas, cujos valores variaram de 35,4 a 43,1 mg/100 g em base úmida. Conforme foi exposto por Athmaselvi e Arumuganathan (2015), as porções descartadas dos alimentos podem ser mais nutritivas que as porções normalmente consumidas, justificando desta forma, o seu aproveitamento.

Os resultados físico-químicos obtidos no presente estudo para a entrecasca de melancia, variedade Manchester, foram próximos aos encontrados na literatura para outras variedades de melancia, sugerindo que a variedade Manchester pode ser utilizada como um modelo de estudo, e que resultados similares poderiam ser obtidos a partir de outras variedades existentes no mercado.

4.2.2 *Análises físico-químicas dos pickles produzidos*

A composição centesimal e o valor energético dos pickles elaborados a partir da entrecasca de melancia são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Média das análises de composição centesimal (% em base úmida) e do valor energético (kcal) dos picles desenvolvidos \pm desvio padrão.

Análises	Tratamentos			
	FN	FA	FI	SF
Umidade	84,46 \pm 2,18 ^a	85,56 \pm 1,52 ^a	87,17 \pm 3,53 ^a	85,78 \pm 0,66 ^a
Cinzas	1,02 \pm 0,24 ^{ab}	1,24 \pm 0,15 ^a	1,41 \pm 0,41 ^a	0,31 \pm 0,03 ^b
Proteína	0,02 \pm 0,00 ^a	0,01 \pm 0,00 ^b	0,01 \pm 0,00 ^b	0,02 \pm 0,00 ^a
Lipídeos	0,14 \pm 0,01 ^a	0,21 \pm 0,05 ^a	0,20 \pm 0,03 ^a	0,19 \pm 0,02 ^a
Carboidratos	4,41 \pm 0,06 ^a	4,27 \pm 0,10 ^a	4,36 \pm 0,33 ^a	4,35 \pm 0,13 ^a
Fibra alimentar	8,88 \pm 0,65 ^{ab}	11,12 \pm 1,95 ^a	10,69 \pm 1,08 ^a	7,24 \pm 0,69 ^b
Valor energético (kcal)	18,97 \pm 0,31 ^a	18,99 \pm 0,59 ^a	19,24 \pm 1,50 ^a	19,16 \pm 0,38 ^a

Fonte: Autor. FN: Picles obtido a partir da fermentação natural; FA: Picles obtido a partir da fermentação por adição de *starter L. acidophilus*, FI: Picles obtido a partir da fermentação por adição de *starter* isolado, e SF: Picles não fermentado. Os valores médios seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente, de acordo com a ANOVA, seguida de Tukey ($p \leq 0,05$).

Com relação ao teor de umidade, não existe diferença significativa entre os picles elaborados, a 5% de significância pelo teste de Tukey. No entanto, observa-se que os produtos desenvolvidos apresentam menor teor de umidade que a entrecasca de melancia *in natura* (94,16%), indicando que estes podem apresentar maior vida útil. No estudo de Erukainure e colaboradores também foi observado menor teor de umidade para a entrecasca de melancia fermentada pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* em comparação à entrecasca não fermentada, sendo relatados 91,22% e 87,06% de umidade, respectivamente.

Os picles fermentados apresentaram maior teor de cinzas que os picles não fermentados, apesar de não haver diferença significativa entre os picles fermentados naturalmente e os picles não fermentados a 5% de significância pelo teste de Tukey. De acordo com Ojokoh e Orekoya (2016) e Ojokoh e Bello (2014), como o conteúdo de cinzas é relacionado ao conteúdo de minerais presentes em uma amostra, o aumento deste teor durante a fermentação microbiana pode ser o resultado da utilização incompleta de minerais por organismos fermentadores durante seu metabolismo. Já Ahaotu e colaboradores (2013) atribuem o aumento do teor de cinzas como resultado do crescimento e da multiplicação dos microrganismos no meio fermentativo. Erukainure e colaboradores (2010) também relataram aumento do teor de cinzas de 0,92% para 1,61% na entrecasca de melancia após a fermentação.

O pickles elaborado a partir de fermentação natural e o pickles sem fermentação são estatisticamente diferentes quanto ao teor de proteína ($p \leq 0,05$) em relação aos pickles elaborados a partir da adição de cultura *starter* que apresentaram menor conteúdo proteico. Segundo Hotz e Gibson (2007), o processo fermentativo pode melhorar a qualidade e a digestibilidade das proteínas em matérias-primas vegetais. Ojokoh e Orekoya (2016) e Erukainure e colaboradores (2010) observaram aumento do teor de proteína em entrecasca de melancia fermentada em comparação à não fermentada, que segundo eles, pode estar relacionado à capacidade de alguns microrganismos de secretar enzimas extracelulares durante suas atividades metabólicas.

Os produtos elaborados não diferiram entre si quanto aos teores de lipídeos e de carboidratos a 5% de significância pelo teste de Tukey. No entanto, o menor teor de lipídeos apresentado pelos produtos em relação à matéria-prima *in natura* (0,36%) pode estar vinculado aos processos de oxidação lipídica que ocorrem durante o tratamento térmico (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010). A redução do teor de lipídeos pode estar relacionada, também, aos processos de beta-oxidação de ácidos graxos realizados pelos microrganismos presentes durante a fermentação (ANGELAKIS *et al.*, 2015). Ojokoh e Orekoya (2016) relataram menor conteúdo lipídico em entrecasca de melancia fermentada por meio da fermentação natural do que a matéria-prima não fermentada. Segundo os autores, a diminuição do teor de lipídeos observada pode ser resultado da degradação de ácidos graxos e glicerol por microrganismos lipolíticos presentes durante a fermentação, podendo influenciar também no aroma, sabor, odor e textura do vegetal fermentado. O menor teor de lipídeos pode representar maior vida de prateleira dos produtos desenvolvidos.

Quanto ao teor de carboidratos, as formulações são estatisticamente iguais possivelmente devido à adição do xarope em todos os produtos desenvolvidos. Menor valor de carboidratos foi reportado por Ojokoh e Orekoya (2016) para a entrecasca de melancia fermentada. A diminuição do teor de carboidratos pode ser atribuída à conversão de oligossacarídeos em açúcares simples ou a utilização deste nutriente como fonte de energia por microrganismos fermentadores em seu crescimento e outras atividades metabólicas (SILVA, L. *et al.*, 2012; OMAFUVBE *et al.*, 2004). Já Erukainure e colaboradores (2010) relataram menor teor de carboidratos para a matéria-prima não fermentada em comparação com a entrecasca *in natura*.

O teor de fibras obtido nos produtos desenvolvidos foi superior ao da entrecasca *in natura*. Além disso, os produtos fermentados apresentaram maior teor de fibras que o não fermentado ($p \leq 0,05$). O aumento do teor de fibra na entrecasca de melancia fermentada

também foi relatado por Ojokoh e Orekoya (2016) e Eukainure *et al.* (2010). As fibras desempenham importante papel na dieta, acarretando efeitos benéficos à saúde, uma vez que seu consumo tem sido relacionado à diminuição da incidência de diversas doenças. De acordo com Divyashree e colaboradores (2017), o maior consumo de fibra alimentar está relacionado à prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes, câncer intestinal, obesidade, entre outros distúrbios.

Os resultados das análises de pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis totais (SST) dos produtos desenvolvidos são expressos na Tabela 8.

Tabela 8 – Média dos valores de pH, ATT e SST dos produtos desenvolvidos \pm desvio padrão.

Análises	Tratamentos			
	FN	FA	FI	SF
SST (°Brix)	14,20 \pm 0,10 ^a	14,07 \pm 0,06 ^a	14,13 \pm 0,06 ^a	14,07 \pm 0,12 ^a
pH	3,74 \pm 0,12 ^a	3,42 \pm 0,09 ^b	3,40 \pm 0,13 ^b	3,90 \pm 0,01 ^a
ATT (%ácido acético)	0,26 \pm 0,06 ^a	0,24 \pm 0,05 ^a	0,23 \pm 0,08 ^a	0,25 \pm 0,01 ^a

Fonte: Autor. FN: Picles obtido a partir da fermentação natural; FA: Picles obtido a partir da fermentação por adição de *starter L. acidophilus*, FI: Picles obtido a partir da fermentação por adição de *starter* isolado, e SF: Picles não fermentado. Os valores médios seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente, de acordo com a ANOVA, seguida de Tukey ($p \leq 0,05$).

Não foi observada diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos quanto ao teor de sólidos solúveis totais e acidez total titulável. Por outro lado, os produtos fermentados com adição de cultura *starter* apresentaram menores valores de pH que os produtos elaborados a partir de fermentação natural e os não fermentados, a 5% de significância pelo teste de Tukey. De acordo com Pérez-Díaz e colaboradores (2015), para inibir o crescimento de espécies de *Clostridium* produtoras de toxinas, o pH dos produtos deve ser menor que 4,5, bem como foi obtido no presente estudo. Outros autores relataram valores de pH próximos aos obtidos para picles de diferentes vegetais. Ding e colaboradores (2018) reportaram valores de pH entre 2,8 e 3,8 para picles fermentados e entre 1,9 e 4,1, para não fermentados. Pérez-Díaz e colaboradores (2013) encontraram valores de pH entre 3,2 e 3,6 para picles de pepino, entre 3,2 e 3,4 para picles de repolho e valores entre 3,6 e 4,2 para azeitonas fermentadas. Foi relatado o pH de 4,5 para a entrecasca de melancia fermentada (OJOKOH e OREKOYA, 2016). Quanto à acidez titulável, foram relatados valores entre 0,07 e 1,69% de ácido lático e

valores de 0,2 a 1,33% de ácido acético para picles fermentados e não fermentados analisados no estudo de Ding e colaboradores (2018).

Os resultados das análises de ácidos orgânicos para os picles desenvolvidos são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Média dos valores de ácidos orgânicos (mg/g em base úmida) presentes nos picles de entrecasca de melancia \pm desvio padrão.

Ácidos orgânicos	Tratamentos			
	FN	FA	FI	SF
Ácido cítrico	$0,05 \pm 0,03^b$	$0,06 \pm 0,01^b$	$0,05 \pm 0,00^b$	$0,12 \pm 0,00^a$
Ácido málico	$1,08 \pm 0,02^a$	$0,58 \pm 0,10^c$	$0,82 \pm 0,07^b$	$0,84 \pm 0,08^b$
Ácido succínico	$0,17 \pm 0,01^a$	$0,17 \pm 0,02^a$	$0,16 \pm 0,01^a$	$0,15 \pm 0,04^a$
Ácido láctico	$0,28 \pm 0,01^b$	$0,33 \pm 0,01^a$	$0,32 \pm 0,01^a$	$0,29 \pm 0,02^{ab}$
Ácido tartárico	-	-	-	$0,22 \pm 0,02$
Ácido acético	$0,88 \pm 0,01^{ab}$	$0,74 \pm 0,16^b$	$1,05 \pm 0,13^a$	$0,78 \pm 0,03^b$

Fonte: Autor. FN: Picles obtido a partir da fermentação natural; FA: Picles obtido a partir da fermentação por adição de *starter L. acidophilus*, FI: Picles obtido a partir da fermentação por adição de *starter* isolado, e SF: Picles não fermentado. Os valores médios seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente, de acordo com a ANOVA, seguida de Tukey ($p \leq 0,05$).

Diferenças significativas ($p \leq 0,05$) foram observadas quanto ao teor de ácido acético entre os tratamentos (Tabela 9); no entanto, não foi observada diferença significativa em relação à acidez total titulável para os produtos desenvolvidos. As diferenças observadas entre os tratamentos quanto ao teor do ácido acético podem estar relacionadas ao tempo em que os produtos foram submetidos ao tratamento térmico, visto que este ácido apresenta baixo peso molecular sendo facilmente volatilizado (MLECZEK *et al.*, 2016; CERQUEIRA *et al.*, 2011). Ácidos orgânicos, como o ácido acético, geralmente são empregados na indústria de alimentos a fim de controlar o crescimento de microrganismos patogênicos (WOLF *et al.*, 2012). A atividade bactericida dos ácidos orgânicos ocorre devido às suas formas não dissociadas que ocasionam o aumento da pressão osmótica e a inibição do ATP e afetam a produção de proteínas (LUES e THERON, 2011).

Os ácidos orgânicos desempenham um papel protetor contra várias doenças devido à sua atividade antioxidante, estimulam a ação das glândulas digestivas e melhoram a absorção do ferro não heme de alimentos vegetais, exceto o ácido oxálico (YIN *et al.*, 2015; SHUKLA *et al.*, 2010). Ding e colaboradores (2018) relataram valores entre 0,07 e 1,69 g de

ácido láctico/100 mL de salmoura e valores entre 0,2 e 1,33 g de ácido acético/100 mL de salmoura em picles de vegetais fermentados e não fermentados.

Quanto ao teor de compostos fenólicos (Tabela 10), não foi encontrada diferença significativa entre os picles fermentados; no entanto, estes apresentaram conteúdo fenólico significativamente maior que o picles não fermentado, a 5% de significância pelo teste de Tukey. Segundo Septembre-Malaterre, Remize e Poucheret (2018), as fermentações lácticas modificam o perfil e os tipos de compostos bioativos disponíveis. Nestas fermentações ocorre a redução de açúcares e compostos antinutricionais, enquanto que peptídeos bioativos, ácidos graxos de cadeia curta, polissacarídeos, vitaminas, minerais e compostos fenólicos são produzidos, resultando no aumento da capacidade antioxidante do produto e em possíveis efeitos benéficos à saúde.

Tabela 10 – Média dos valores de compostos fenólicos presentes nos picles de entrecasca de melancia \pm desvio padrão.

Tratamentos	Compostos fenólicos (mg de ácido gálico/100 g em base úmida)
FN	49,83 \pm 3,51 ^a
FA	58,38 \pm 12,81 ^a
FI	51,00 \pm 6,11 ^a
SF	36,61 \pm 3,65 ^b

Fonte: Autor. Os valores médios seguidos por letras iguais na coluna não diferem entre si estatisticamente, de acordo com a ANOVA, seguida de Tukey ($p \leq 0,05$).

Melo e colaboradores (2011) encontraram forte correlação entre o teor de compostos fenólicos e a elevada atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de uva e goiaba. No estudo de Ding e colaboradores (2018) que analisaram produtos acidificados em conserva e fermentados de diversos vegetais, foram relatados teores de fenólicos variando de 1,4 a 224,9 mg de ácido gálico/100 g, em que os maiores teores foram encontrados em conserva de alcachofra acidificada e de azeitonas grega e espanhola fermentadas.

Quanto à análise de textura, observa-se que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre o produto elaborado a partir de fermentação natural e os demais produtos. Os resultados das análises de textura dos picles elaborados a partir da entrecasca de melancia são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Média das análises de textura e colorimetria dos picles desenvolvidos \pm desvio padrão.

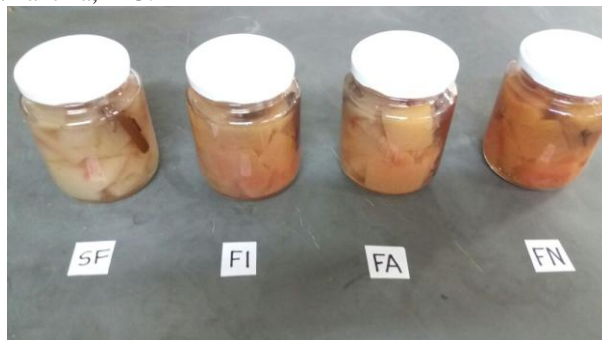
Tratamentos	Textura (g)	Colorimetria		
		L*	a*	b*
FN	4333 \pm 829 ^a	38,09 \pm 1,01 ^a	4,24 \pm 1,90 ^a	17,14 \pm 3,71 ^a
FA	753 \pm 180 ^b	38,91 \pm 1,40 ^a	3,49 \pm 1,26 ^a	12,43 \pm 4,14 ^a
FI	651 \pm 146 ^b	38,47 \pm 1,59 ^a	4,39 \pm 1,79 ^a	13,53 \pm 2,79 ^a
SF	692 \pm 126 ^b	40,35 \pm 0,91 ^a	1,97 \pm 0,84 ^a	12,14 \pm 3,55 ^a

Fonte: Autor. FN: Picles obtido a partir da fermentação natural; FA: Picles obtido a partir da fermentação por adição de *starter L. acidophilus*, FI: Picles obtido a partir da fermentação por adição de *starter* isolado, e SF: Picles não fermentado. L*(0 = preto, 100 = branco); a*(+a = vermelho, -a = verde); b*(+b = amarelo, -b = azul). Os valores médios seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente, de acordo com a ANOVA, seguida de Tukey ($p \leq 0,05$).

Conforme foi exposto por Bao e colaboradores (2016), o processamento térmico de picles pode resultar na suavização da textura, embora seja útil para garantir a segurança microbiológica e manter a qualidade desses produtos. Portanto, as diferenças observadas em relação à textura dos diferentes produtos desenvolvidos podem ser atribuídas às etapas de tratamento térmico, visto que os produtos adicionados de cultura *starter* foram submetidos a um prévio processamento térmico para redução da população microbiana e o produto não fermentado foi submetido a um maior tempo de processamento térmico até obtenção de aparência translúcida. Zhang e colaboradores (2017) estudaram os fatores que interferem na textura de picles de broto de bambu. Os resultados mostraram que a temperatura de fermentação, a concentração de sal e o tempo de branqueamento podem afetar significativamente a firmeza desses produtos.

A partir da análise colorimétrica (Tabela 11) não foi observada diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os produtos desenvolvidos quanto aos parâmetros analisados. Os produtos apresentaram maior tendência à cor vermelha (+a*) e à cor amarela (+b*), provavelmente devido aos resíduos de polpa na entrecasca (Figura 24). Com relação à luminosidade (L*), os produtos apresentaram tendência à cor escura (preta) que possivelmente pode ser atribuída à adição das especiarias cravo e canela.

Figura 24 – Picles de entrecasca de melancia desenvolvidos na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG.



Fonte: Autor. SF: Picles não fermentado; FI: Picles obtido a partir da fermentação por adição de *starter* isolado; FA: Picles obtido a partir da fermentação por adição de *starter* *L. acidophilus*; FN: Picles obtido a partir da fermentação natural.

4.3 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas de bactérias aeróbias mesófilas e de fungos filamentosos e leveduriformes não são exigidas pela legislação brasileira para frutas em conserva (RDC 12/2001). Entretanto, são indicativas da qualidade microbiológica de produtos alimentícios (BRASIL, 2000). Os resultados microbiológicos dos picles desenvolvidos são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Resultados das análises microbiológicas das amostras de picles desenvolvidas.

Análises	Amostras			
	FN	FA	FI	SF
Bactérias aeróbias mesófilas (log UFC/g)	2,45	0,35	-	1,55
Fungos filamentosos e leveduriformes (log UFC/g)	-	-	-	-
Coliformes totais e termotolerantes (NMP/g)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
<i>Salmonella</i> spp.	Aus*	Aus*	Aus*	Aus*

Fonte: Autor. *Aus: Ausência em 25 g de amostra; FN: Picles fermentado natural; FA: Picles fermentado com adição de cultura *starter* de *L. Acidophilus*; FI: Picles fermentado com adição de cultura *starter* isolada; SF: Picles não fermentado.

Os resultados para o teste presuntivo para coliformes foram negativos, não havendo nenhum tubo com formação de gás ou apresentação de efervescência quando submetidos à agitação, sendo assim, não foi necessário realizar o teste confirmativo.

De acordo com os resultados obtidos para as análises de coliformes e *Salmonella* spp., observa-se que os produtos desenvolvidos apresentaram-se dentro dos padrões microbiológicos para conservas de vegetais, preconizados pela RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). No estudo de Burin, Silva Júnior e Nero (2014), as populações de

Salmonella não foram capazes de sobreviver em meio de cultura ajustado com pH 4 após 6 horas de inoculação. Este patógeno apresenta um complexo mecanismo de tolerância na presença de ácidos orgânicos, que é regulado por diversos genes.

Não foi constatada a presença de fungos filamentosos e leveduriformes nos produtos desenvolvidos. Com relação à contagem de bactérias aeróbias mesófilas, foi considerado que produtos acima de 10^4 UFC/g são impróprios para o consumo (GILBERT *et al.*, 2000). Como não foi observado nenhum resultado acima de 10^4 UFC/g, os produtos desenvolvidos podem ser considerados seguros microbiologicamente, indicando que foram elaborados seguindo as Boas Práticas de Fabricação.

A qualidade microbiológica também está relacionada aos baixos valores de pH apresentados pelos produtos desenvolvidos, às etapas de sanitização da matéria-prima e dos utensílios utilizados, juntamente com os tratamentos térmicos realizados com o objetivo de eliminar possíveis formas de vida vegetativa remanescentes (NASCIMENTO, NUNES e NUNES, 2011).

4.4 Análise sensorial

A análise sensorial é uma ciência que objetiva, principalmente, estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição. Portanto, a avaliação sensorial torna-se uma ferramenta extremamente importante para garantir o sucesso de mercado de um produto alimentício (MINIM, 2013). As médias das notas atribuídas pelos provadores para os atributos sensoriais avaliados no teste afetivo de aceitação são apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 – Dados estatísticos para os atributos avaliados no teste de aceitação das formulações de pickles desenvolvidas.

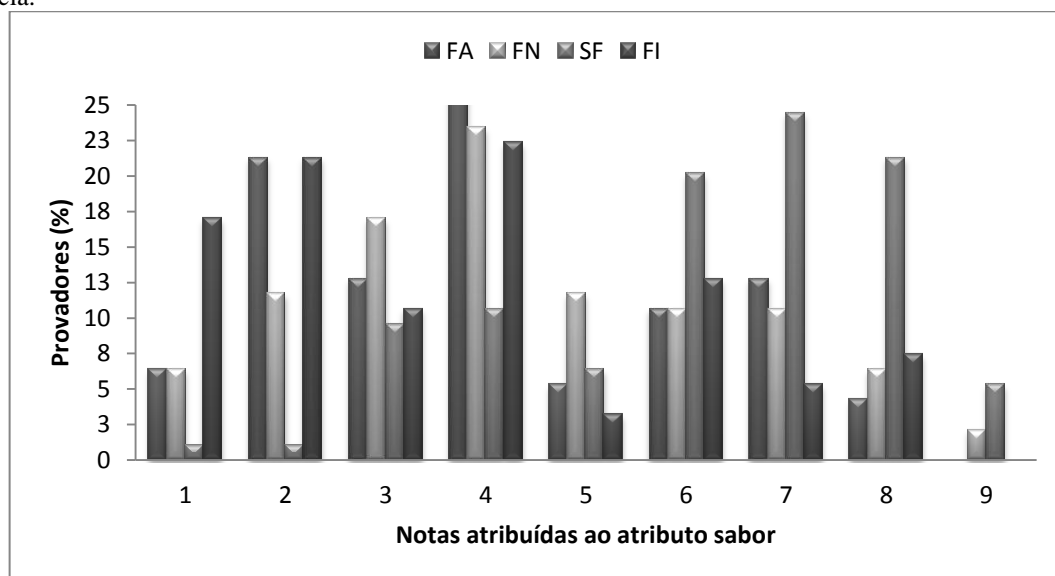
Atributos	FN	FA	FI	SF
Aparência	5,4 ^{ab}	4,9 ^b	5,2 ^b	5,9 ^a
Aroma	6,0 ^b	6,2 ^{ab}	6,0 ^b	6,2 ^a
Sabor	4,4 ^b	4,1 ^b	3,7 ^b	6,2 ^a
Textura	5,5 ^b	5,8 ^b	5,4 ^b	6,8 ^a
Impressão Global	4,8 ^b	4,8 ^b	5,2 ^b	6,4 ^a
Intenção de compra	2,3 ^b	2,2 ^b	1,9 ^b	3,1 ^a

Os valores médios seguidos por letras iguais na mesma linha, não diferem entre si estatisticamente, de acordo com a ANOVA, seguida de Tukey ($p \leq 0,05$). FN: Pickles fermentado natural; FA: Pickles fermentado com adição de cultura *starter* de *L. Acidophilus*; FI: Pickles fermentado com adição de cultura *starter* isolada; SF: Pickles não fermentado.

Na avaliação dos atributos sensoriais representada pela Tabela 13, foi possível verificar que não houve diferença significativa em relação à aceitação da aparência entre as formulações FN e SF a 5% de significância pelo teste de Tukey. Também não foi observada diferença significativa em relação à aceitação do aroma entre as formulações FA e SF. Já em relação à aceitação dos atributos sabor, textura e impressão global, observa-se que houve diferença significativa entre a formulação SF e as formulações FA, FN e FI, a 5% de significância pelo teste de Tukey. O mesmo foi observado para a intenção de compra.

Portanto, a formulação de pickles não fermentado (SF) foi a mais aceita em relação aos atributos sabor, textura e impressão global, estando entre os escores hedônicos “Gostei ligeiramente” e “Gostei moderadamente”. Em relação à intenção de compra, essa formulação situou-se entre as categorias “Indiferente” e “Provavelmente compraria”. A relação entre a porcentagem de provadores e as avaliações para o atributo sabor foi representada na Figura 25.

Figura 25 – Porcentagem de avaliações para o atributo sabor de pickles elaborados a partir de entrecasca de melancia.



Fonte: Autor. FA: Pickles fermentado com adição de cultura *starter* de *L. Acidophilus*; FN: Pickles fermentado natural; SF: Pickles não fermentado; FI: Pickles fermentado com adição de cultura *starter* isolada.

A partir da Figura 25 e da Tabela 13, foi observado que as características de produto fermentado interferiram negativamente na aceitação dos atributos sabor, textura e impressão global, de acordo com a avaliação dos provadores selecionados para o teste de aceitação. Isto pode estar relacionado ao baixo consumo de produtos de vegetais fermentados pela população brasileira. Segundo Neto e Gonçalves (2016), o consumo de alimentos em

conserva é mais notório entre a população dos estados do Sul do Brasil, principalmente Santa Catarina, devido à influência de cultura européia em seu processo de colonização.

No entanto, os hábitos alimentares têm mudado em todo o mundo devido ao surgimento de consumidores mais exigentes e com maior acesso à informação. A Revista Hortifruti Brasil (2018) relatou as dez principais tendências que vão nortear o consumo mundial de frutas e hortaliças, entre as quais, pode-se destacar as dietas a base de vegetais, a busca pela conveniência e praticidade, o bem-estar como símbolo de status e o “comer consciente” (*mindful eating*), que trata de um consumidor preocupado não só com a qualidade dos produtos, mas também com o impacto advindo da geração destes (HORTIFRUTI BRASIL, 2018).

Portanto, torna-se um desafio para o setor frutas e hortaliças atender a este consumidor que deseja produtos que garantam uma alimentação saudável, e ainda, sejam mais sustentáveis. Além disso, houve um crescimento do público vegetariano e vegano nos últimos anos, principalmente devido à motivos éticos (HORTIFRUTI BRASIL, 2018; FERREIRA e MIRAGLIA, 2017). Desta forma, justifica-se a necessidade de desenvolvimento de produtos, como os picles de entrecasca de melancia, que aliam qualidade a uma menor geração de resíduos e podem ser uma boa opção neste promissor mercado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O elevado teor de umidade da melancia, a baixa acidez, às alterações físico-químicas e a presença de diversos nutrientes a caracterizam como um alimento muito perecível, susceptível ao crescimento de microrganismos deterioradores e patogênicos. Estas alterações mostraram a necessidade da utilização de métodos de conservação para que este subproduto possa ser aproveitado e empregado na elaboração de produtos com maior vida de prateleira.

Este estudo é um possível primeiro relato sobre o perfil de ácidos orgânicos do mesocarpo de melancia *in natura* e fermentado, além de também ser o primeiro estudo a avaliar o emprego de culturas *starters* na fermentação deste subproduto. A adição de culturas *starters* foi responsável pela obtenção de menores valores de pH e açúcares no fim dos processos fermentativos do mesocarpo de melancia, bem como resultou em maior produção de ácido lático do que à fermentação natural, resultando em produtos mais estáveis.

Foi possível desenvolver produtos mais seguros microbiologicamente devido aos menores teores de umidade e maiores valores de pH obtidos. Os pickles desenvolvidos apresentaram maiores teores de fibras e de compostos fenólicos que a matéria-prima, evidenciando a possibilidade de obtenção de produtos com maior potencial bioativo, além de contribuir para a redução do desperdício. Os pickles fermentados ainda apresentaram maior conteúdo de cinzas do que os pickles não fermentados e o mesocarpo de melancia *in natura*.

Os melhores resultados sensoriais foram encontrados para os pickles não fermentados. No entanto, a mudança nos hábitos de alimentação dos consumidores cada vez mais exigentes e preocupados com o meio-ambiente traz boas perspectivas para o desenvolvimento deste produto.

6 PERSPECTIVAS FUTURAS

- Realizar adições de sacarose durante as fermentações natural e adicionadas de culturas *starters* do mesocarpo de melancia e avaliar a produção de ácido láctico.
- Empregar a cultura mista de *Leuconostoc mesenteroides* e de *Lactobacillus acidophilus* como *starters* na fermentação da entrecasca de melancia e avaliar a eficiência da fermentação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHAOTU, I. *et al.* Fermentation of under watered cassava pulp by linamarase producing microorganisms: Effect of nutritional composition and residual cyanide. *American Journal of Food and Nutrition*, v. 3, p. 1 – 8, 2013.

AKASHI, K. *et al.* Spatial accumulation pattern of citrulline and other nutrients in immature and mature watermelon fruits. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, v. 97, p. 479 – 487, 2017.

ALMEIDA, P. F. Análise da qualidade de gelatina obtida de tarsos de frango e aspectos envolvidos no processo produtivo. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2012.

AL-SAYED, H. M. A.; AHMED, A. R. Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. *Annals of Agricultural Sciences* , v. 58, n.1, p.83 – 95, 2013.

ANGELAKIS, E., *et al.* A Metagenomic Investigation of the Duodenal Microbiota Reveals Links with Obesity. *PLOS ONE*, 2015.

AOAC - Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of the Association of the Agricultural Chemists. 18 ed., 1115 p. Washington, v. 2, 2006.

ARROYO-LÓPEZ, F.N., *et al.*, Yeasts in table olive processing: desirable or spoilage microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, v. 160, p. 42 - 49, 2012.

ATHMASELVI, K. A.; ARUMUGANATHAN, T. Effect of osmotic dehydration and ultrasound treatment on water loss and solid gain of watermelon rind. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, v. 7, n. 2, p. 137 – 148, 2015.

ATHMASELVI, K.A., *et al.* Impact of pretreatment on colour and texture of watermelon rind. *International Agrophysics*, v. 26, p. 235 – 242, 2012.

AUGUSTINHO, A. K. S. Caracterização físico-química de farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus lanatus*). In: 1º Fórum de Inovação e Desenvolvimento de Novos Produtos. Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 4, n. 1, dez., 2014.

BABU, V.; MITAL, B. K.; GARG, S. K. Effect of tomato juice addition on the growth and activity of *Lactobacillus acidophilus*. International Journal of Food Microbiology, v. 17, n. 1, p. 67 – 70, set., 1992.

BACURAU, Í. M. *et al.* "Estudo do processo de secagem da entrecasca de melancia (*Citrullus lanatus*) produzindo a farinha utilizada para confecção de novos produtos", p. 3788-3796. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014 (Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2). São Paulo: Blucher, 2015.

BAO, R. *et al.* Effects of high pressure processing on the quality of pickled radish during refrigerated storage. Innovative Food Science and Emerging Technologies, v. 38, p. 206 - 212, 2016.

BEHERA, S. S. *et al.* Statistical optimization of elephant foot yam (*Amorphophallus paeoniifolius*) lacto-pickle for maximal yield of lactic acid. LWT - Food Science and Technology, v. 87, p. 342 – 350, 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de dezembro de 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 352, de 23 de dezembro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Frutas e ou Hortaliças em Conserva e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Frutas e ou Hortaliças em Conserva. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 de janeiro de 2003.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1986.

BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. Diário Oficial da União, Brasília, 2016.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: [s.n], 2010.

BREIDT, F., CALDWELL, J. M. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in cucumber fermentation brines. *Journal of Food Science*, v. 76, p. 198 – 203, 2011.

BURIN, R. C. K.; SILVA JÚNIOR, A.; NERO, L. A. Influence of lactic acid and acetic acid on *Salmonella* spp. growth and expression of acid tolerance-related genes. *Food Research International*, v. 64, p. 726-732, 2014.

CAMARGOS, M. A.; DIAS, A. T. Estratégia, Administração Estratégica e Estratégia Corporativa: uma síntese teórica. *Caderno de Pesquisas em Administração*, São Paulo, v. 10, nº 1, 2003.

CARDOSO, J.; FERRAZ, F. T. Sustentabilidade: um novo desafio na cadeia de suprimentos. VI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO: Energia, Inovação, Tecnologia e Complexidade para a Gestão Sustentável. Niterói, RJ, Brasil, 2010.

CARR, F. J., CHILL, D.; MAIDA, N. The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey. *Critical Reviews in Microbiology*, v. 28, n. 4, p. 281 – 370, 2002.

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2 ed., 207 p. Campinas: Editora UNICAMP, 2003.

CERQUEIRA, M. B. R., *et al.* Validação de método para determinação de ácidos orgânicos voláteis em efluentes de reatores anaeróbios empregando cromatografia líquida. *Química Nova*, v. 34, n. 1, p. 156-159, 2011.

CHEMICAL STRUCTURE. Royal Society of Chemistry. Disponível em: <
http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.9367.html?rid=5bbb740c-a375-4ff0-b231-edca19fdd0f3&page_num=0> . Acesso em: 16 de abril de 2018.

CNI. Avanços da indústria brasileira rumo ao desenvolvimento sustentável: síntese dos fascículos setoriais / Confederação Nacional da Indústria – Brasília: CNI, 2012.

COCOLIN, L., *et al.* Culture independent methods to assess the diversity and dynamics of microbiota during food fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, v. 167, p. 29 - 43, 2013.

COLLINS, J. K. *et al.* Watermelon consumption increases plasma arginine concentrations in adults. *Nutrition*, v. 23, n. 3, p. 261 - 266, 2007.

COSTA, A. B. Compostos fenólicos, capacidade antioxidante e minerais em cascas de melancias ‘Manchester’ e ‘Smile’ provenientes de resíduos do processamento. 2017. 45 p. Tese (Doutorado em Nutrição Humana). Pós-Graduação em Nutrição Humana, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O.R. Química de Alimentos de *Fennema*. 4. ed., 900 p. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DARIS, D.; JACQUES, R.; VALDUGA, E. Avaliação de características físico-químicas e sensoriais de doces em pasta elaborados com polpa e/ou casca de banana. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 1, 2000.

DI CAGNO, R. *et al.* Effect of lactic acid fermentation on antioxidant, texture, color and sensory properties of red and green smoothies. *Food Microbiology*, v. 28, p. 1062 – 1071, 2011.

DING, Z. *et al.* Evaluation of nitrate and nitrite contents in pickled fruit and vegetable products. *Food Control*, v. 90, p. 304 – 311, 2018.

DIVYASHREE, K. *et al.* Dietary fiber importance in food and impact on health. International Journal of Research, v. 5, abr., 2017.

DREWES, S. E.; GEORGE, J.; KHAN, F. Recent findings on natural products with erectile-dysfunction activity. Phytochemistry, v. 62, p. 1019 – 1025, 2003.

DUFOUR, N.; SWANA, J.; RAO, R. P. Fermentation organisms for 5- and 6-carbon sugars. In: Hood EE, Nelson P, Powell R (eds.) Plant Biomass Conversion, Chichester, U. K., p. 157 – 198, 2011.

EDWARDS, A. J. *et al.* Consumption of watermelon juice increases plasma concentration of lycopene and β -carotene in humans. Journal of Nutrition, v. 133, n. 4, p. 1043 - 1050, 2003.

EGBUONU, A. C. C. Comparative investigation of the proximate and functional properties of watermelon (*Citrullus lanatus*) rind and seed. Research Journal of Environmental Toxicology, v. 9, n. 3, p. 160 – 167, 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Perdas e desperdícios de alimentos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-perdas-e-desperdicio-de-alimentos/sobre-o-tema>>. Acesso em: 09 de abril de 2018.

ENAN, G., *et al.* Characterization of probiotic lactic acid bacteria to be used as starter and protective cultures for dairy fermentations. International Journal of Probiotics & Prebiotics. Coppel, v. 8, 4 ed., p. 157-163, 2013.

ENAN, G.; ABDEL-HALIEM, M. E. F.; TARTOUR, E. Evaluation of the antimicrobial activity, starter capability and technological properties of some probiotic bacteria isolated from egyptian pickles. Life Science Journal, v. 11, n. 11, 2014.

ERTEN, C. H. *et al.* Fermentation, Pickling, and Turkish Table Olives. In: HUI, Y. H.; EVRANUZ, O. Handbook of Vegetable Preservation and Processing. 2 ed. 970 p. 2015.

ERUKAINURE, O. L., *et al.* Improvement of the biochemical properties of watermelon rinds subjected to *Saccharomyces cerevisiae* solid media fermentation. Pakistan Journal of Nutrition, v. 9, p. 806–809, 2010.

FANG, Y; YANG, S.; WU, G. Free Radicals, Antioxidants, and Nutrition. *Nutrition*, v.18, p. 872 – 879, 2002.

FAO. Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade, 2013. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/daccatb.asp>>. Acesso em 14 de junho de 2016.

FAO. Faostat. 2012. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 06 de junho de 2016.

FAO. Reduzir o desperdício de alimentos na América Latina e Caribe será chave para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/407781/>>. Acesso em: 14 de junho de 2016.

FERREIRA, P. G.; MIRAGLIA, F. Os desafios de ser vegetariano na “terra do churrasco”. *Revista das Ciências da Saúde do Oeste Baiano – Higia*, v. 2, n. 1, p. 86 – 99, 2017.

FRANCO, W., *et al.* Characteristics of spoilage-associated secondary cucumber fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 78, p. 1273 - 1284, 2012.

GAMA, F. C.; VISA, R. Cultivares. 103 p. In: SOUZA, F. F. (ed). *Cultivo da melancia em Rondônia*. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2008.

GANDRA, A. Brasil tem boas práticas contra desperdício de alimento, mas perdas chegam a 40%. Agência Brasil. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-10/brasil-tem-boas-praticas-contradesperdicio-de-alimento-mas-perdas-chegam>>. Acesso em: 09 de abril de 2018.

GAO, L. *et al.* Comparative transcriptome analysis reveals key genes potentially related to soluble sugar and organic acid accumulation in watermelon. *Plos One*, v. 13, n. 1, jan., 2018.

GARDNER, N. J. *et al.* Selection and characterization of mixed starter cultures for lactic acid fermentation of carrot, cabbage, beet and onion vegetable mixtures. *International Journal of Food Microbiology*, v. 64, p. 261 – 275, 2001.

GHOSH, P.; GHOSH, U. Bioconversion of Agro-waste to Value-Added Product Through Solid-State Fermentation by a Potent Fungal Strain *Aspergillus flavus* PUF5. Utilization and Management of Bioresources, p. 291-299, 2018.

GIL, M.; AGUAYO, E.; KADER, A. A. Quality Changes and Nutrient Retention in Fresh-Cut versus Whole Fruits during Storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 54, p. 4284 - 4296, 2006.

GILBERT, R. J., *et al.* Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale. Communicable Disease and Public Health, v. 3, n. 3, p. 164 – 167, 2000.

GIRAFFA, G., CHANISHVILI, N. and WIDYASTUTI, Y. Importance of lactobacilli in food and feed biotechnology. Research in Microbiology, v.161, p. 480 – 487, 2010.

GLADVIN, G. *et al.* Mineral and vitamin compositions contents in watermelon peel (rind). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, p. 129 – 133, 2017.

GOLDONI, C. L. Aperfeiçoamento do processo de fermentação láctica em diferentes hortaliças e avaliação de aspectos econômicos e energéticos. 2004. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu, SP, 2004.

GOLDONI, J. S. Fermentação láctica de hortaliças e azeitonas. In: AQUARONE, E. *et al.* Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo: Edgard Blücher, v. 4, cap.10, p. 269-303, 2001.

GOMES, M. E. M.; TEIXEIRA, C. Aproveitamento integral dos alimentos: qualidade nutricional e consciência ambiental no ambiente escolar. Ensino, Saúde e Ambiente, v. 10, n. 1, p. 203 - 217, abr., 2017.

GONDIM, J. A. M. *et al.* Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 25, n. 4, 2005.

GOTCHEVA, V. *et al.* Microflora identification of the Bulgarian cereal-based fermented beverage boza. Process Biochemistry, v. 36, p. 127–130, 2000.

GUERRA-VARGAS, M., *et al.* Carotenoid retention in canned pickled jalapeño peppers and carrots as affected by sodium chloride, acetic acid, and pasteurization. *Journal of Food Science*, v. 66, n. 4, p. 620 – 626, 2001.

GUIMARÃES, R. R. Avaliação biológica da farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, Sobral) e sua utilização em bolos. 2008. 110 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

GUIMARÃES, R. R. *et al.* Avaliação nutricional da farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris* Sobral) em animais. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, São Paulo, 2007.

GUIMARÃES, R. R.; FREITAS, M. C. J.; SILVA, L. M. Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, sobral) avaliação química, física e sensorial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 30, n. 2, p. 354-363, abr/jun, 2010.

GUIMARÃES, R. R.; FREITAS, M. C. J.; SILVA, L. M. Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, sobral) avaliação química, física e sensorial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 30, n. 2, p. 354 - 363, 2010.

GUO, C. *et al.* Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, v. 23, p. 1719 – 1726, 2003.

HANI, M. N. F. *et al.* Effects of drying on the physical characteristics of dehydrated watermelon rind candies. *Journal of tropical agriculture and food science*, v. 42, n. 2, p. 115 – 123, 2014.

HO, L.; DAHRI, N. C. Effect of watermelon rind powder on physicochemical, textural, and sensory properties of wet yellow noodles, *CyTA – Journal of Food*, v. 14, n. 3, p. 465 - 472, 2016.

HOQUE, M. M.; IQBAL, A. Drying of watermelon rind and development of cakes from rind powder. *International Journal of Novel Research in Life Sciences*, v. 2, p. 14-21, jan/fev, 2015.

HORTIFRUTI BRASIL. Top 10 de consumo de HF: Principais tendências que vão nortear o consumo de frutas e hortaliças. CEPEA-ESALQ/USP, n. 176, 2018.

HOTZ, C.; GIBSON, R. S. Traditional food-processing and preparation practices to enhance the bioavailability of micronutrients in plant-based diets. *The Journal of Nutrition*, v. 137, n. 4, p. 1097 - 100, abr., 2007.

IBGE. Produção Agrícola Municipal de 1990 até 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=29&i=P>>. Acesso em: 06 de junho de 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4 ed. 1020 p./coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

INSTITUTO AKATU. O Fome Zero e o Consumo Consciente de Alimentos. In: Diálogos Akatu, nº 4. São Paulo, 2003.

JAYAPRAKASHA, G. K.; MURTHY, K. N. C.; PATIL, B. S. Rapid HPLC-UV method for quantification of L-citrulline in watermelon and its potential role on smooth muscle relaxation markers. *Food Chemistry*, v. 127, p. 240 – 248, 2011.

JOHANNINGSMEIER, S. *et al.* Effects of *Leuconostoc mesenteroides* starter culture on fermentation of cabbage with reduced salt concentrations. *Journal of Food Science*, v. 72, n. 5, 2007.

KAORE, S. N.; AMANE, H. S.; KAORE, N. M. Citrulline: pharmacological perspectives and its role as an emerging biomarker in future. *Fundamental & Clinical Pharmacology*, v. 27, n. 1, p. 35 - 50, 2013.

KAVUTHODI, B., *et al.* Biotechnological prospective of watermelon rind for economical production of exo-pectinase using *Bacillus subtilis* BKDS1 by submerged fermentation, p. 223 – 226. In: SANKARA, S., *et al.* Proceedings of the International Conference on Biodiversity and Evaluation: Perspectives and Paradigm shifts. Cochin University of Science and Technology, Cochin, Índia, 2015.

KAWASAKI, S. *et al.* Responses of wild watermelon to drought stress: accumulation of an ArgE homologue and citrulline in leaves during water deficits. *Plant and Cell Physiology*, v. 41, n. 7, p. 864 – 873, 2000.

KIM, J.; BAIK, S. Preparation and Characterization of Fermented Dandelion (*Taraxacum officinale*) Beverage Using *Lactobacillus acidophilus* F46 Having Cinnamoyl Esterase Activity. *Food Science and Biotechnology*, v. 24, n. 2, p. 583-593, 2015.

KOOCHEKI, A., *et al.* Physical properties of watermelon seed as a function of moisture content and variety. *Int. Agrophysics*, v. 21, p. 349 – 359, 2007.

KOYANAGI, T., *et al.* Pyrosequencing survey of the microbial diversity of 'narezushi', an archetype of modern Japanese sushi. *Letters in Applied Microbiology*, v. 53, p. 635 - 640, 2011.

LAKSHMIPATHY, R. *et al.* Watermelon rind-mediated green synthesis of noble palladium nanoparticles: catalytic application. *Applied Nanoscience*, v. 5, p. 223 – 228, 2015.

LAKSHMIPATHY, R.; SARADA, N. C. Application of watermelon rind as sorbent for removal of nickel and cobalt from aqueous solution. *International Journal of Mineral Processing*, v. 122, p. 63 – 65, 2013.

LANZILLOTTI, R. S.; LANZILLOTTI, H. S. Análise sensorial sob o enfoque da Decisão Fuzzy. *Revista de Nutrição, Campinas*, 12(2): 145 - 157, maio/ago., 1999.

LEWINSOHN, E., *et al.* Not just colors carotenoid degradation as a link between pigmentation and aroma in tomato and watermelon fruit. *Trends in Food Science and Technology*, v. 16, p. 407 – 415, 2005.

LI, X. *et al.* Metabolic mechanism of phenyllactic acid naturally occurring in Chinese pickles. *Food Chemistry*, v. 186, p. 265 – 270, 2015.

LIGTHART-MELIS, G. C. *et al.* Glutamine is an important precursor for de novo synthesis of arginine in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 87, n. 5, p. 1282 - 1289, 2008.

LIMA, J. P. Farinha de entrecasca de melancia em biscoitos sem glúten. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 45, n. 9, p. 1688 - 1694, set, 2015.

LIMA, J. R. F. de.; RESENDE, G. M.; PEREIRA, A. F. C. Comercialização e preço da melancia no mercado do produtor de Juazeiro, Bahia. 4 p. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, 161). Petrolina, EMBRAPA, 2014.

LIU, C. *et al.* Optimal conditions for preparation of banana peels, sugarcane bagasse and watermelon rind in removing copper from water. *Bioresource Technology*, v. 119, p. 349 – 354, 2012.

LIU, N. *et al.* Genome-wide identification and comparative analysis of grafting-responsive mRNA in watermelon grafted onto bottle gourd and squash rootstocks by high-throughput sequencing. *Molecular Genetics and Genomics*, v. 291, p. 621 – 633, 2016.

LIU, X. *et al.* Bacterial and fungal microbiota of spontaneously fermented Chinese products, Rubing milk cake and Yan-cai vegetable pickles. *Food Microbiology*, v. 72, p.106 – 111, 2018.

LUES, J. F. e THERON, M. M. Comparing organic acids and salt derivatives as antimicrobials against selected poultry-borne *Listeria monocytogenes* strains in vitro. *Foodborne Pathogens and Disease*, v. 9, n. 12, p. 1126–1129, 2011.

MADIGAN, M. T., *et al.* *Biology of Microorganisms*, 13 ed. 1155 p. New York: Pearson Education Inc., 2012.

MALCATA, F. X.; GOMES, A. M. P. *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. *Trends in Food Science & Technology*, v. 10, p. 139 – 157, 1999.

MANI, A. *et al.* Effect of sodium substitution on lactic acid bacteria and total bacterial population in lime pickle under ambient storage conditions. *The Pharma Innovation Journal*, v. 6, n. 11, p. 682 – 686, 2017.

MANI, A.; PAUL, P. K.; WILSON, I. Effect of sodium substitution on lactic acid bacteria and total bacterial population in mango pickle. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, v. 6, n. 11, p. 2199 – 2205, 2017.

MARCHETTO, A. M. P. *et al.* Avaliação das partes desperdiçadas de alimentos no setor de hortifruti visando seu reaproveitamento. *Rev. Simbio-Logias - UNESP*, v. 1 , n. 2 , 2008.

MAROUELLI, V. A. *et al.* Irrigação na cultura da melancia. Embrapa. Circular Técnico. Brasília, 2012.

MARTÍNEZ-VILLALUENGA, C., *et al.* White cabbage fermentation improves ascorbic content, antioxidant and nitric oxide production inhibitory activity in LPS-induced macrophages. *LWT - Food Science and Technology*, v. 46, p. 77 - 83, 2012.

MARTINS, C. R.; FARIAS, R. M. Produção de alimentos x desperdício: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, v. 9, n. 1, p. 83 - 93, 2002.

MASSA, N. M. L. *et al.* Concentrado de melancia (*Citrullus vulgaris* Schrad): Aceitação sensorial, parâmetros microbiológicos, físico-químicos e determinação de fitonutrientes. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba*, v. 32, n. 1, p. 113-124, jan./jun. 2014.

MATSUURA, F. C. A. U. Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais. 2005. 138 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, 2005.

MEDEIROS, R. D.; ALVES, A. B. Informações técnicas para o cultivo de melancia em Roraima. 42 p. EMBRAPA Roraima. Boa Vista, RR, 2016.

MEDINA-PRADAS, E. *et al.* Review of vegetable fermentations with particular emphasis on processing modifications, microbial ecology, and spoilage In: BEVILACQUA, A.; CORBO, M. R.; SINIGAGLIA, M. The microbiological quality of food. *Foodborne Spoilers*. 310 p., University of Foggia, Foggia, 2017.

MELO, P. S. *et al.* Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. *Ciência Rural*, v. 41, n. 6, Santa Maria, jun., 2011.

MINIM, V. P. R. Análise sensorial: estudos com consumidores. 3 ed. Viçosa, MG: UFRV, 2013.

MLECZEK, M. *et al.* Content of selected elements and low-molecular-weight organic acids in fruiting bodies of edible mushroom *Boletus badius* (Fr.) from unpolluted and polluted areas. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 23, p. 609 – 618, 2016.

MOHAMED, A., *et al.* Solid State Production of Polygalacturonase and Xylanase by *Trichoderma* Species Using Cantaloupe and Watermelon Rinds. *Journal of Microbiology*, v. 51, n. 5, p. 605 – 611, 2013.

MONTEIRO, D. A. Produção de ácidos orgânicos por cepas de leveduras assimiladoras de xilose. 58 p. 2015. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto-SP, 2015.

MONTET, D.; LOISEAU, G.; KAKHIA-ROZIS, N. Microbial technology of fermented vegetables. In: Ray, R. C., Ward, O. P., *Microbial Biotechnology in Horticulture*, Science Publishers, New Hampshire, USA, v. 1; p. 309 – 343, 2006.

MOON, J. K.; SHIBAMOTO, T. Antioxidant assays for plant and food components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 57, p. 1655 - 1666, 2009.

MOON, S. H. *Pichia kudriavzevii* is the major yeast involved in film-formation, off-odor production, and texture-softening in over-ripened Kimchi. *Food Science and Biotechnology*, v. 23, n. 2, p. 489 – 497, 2014.

MORAES, M. A. C. Métodos para avaliação sensorial dos alimentos. 5 ed. 89 p. Campinas:UNICAMP, 1985.

MOUSAVI, Z. E. *et al.* Fermentation of pomegranate juice by probiotic lactic acid bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 27, p. 123 – 128, jan., 2011.

MUSHTAQ, M. *et al.* RSM based optimized enzyme-assisted extraction of antioxidant phenolics from underutilized watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) rind. *Journal of Food Science and Technology*, v. 52, n. 8, p. 5048–5056, ago, 2015.

NAKNAEN, P. *et al.* Utilization of Watermelon Rind Waste as a Potential Source of Dietary Fiber to Improve Health Promoting Properties and Reduce Glycemic Index for Cookie Making, *Food Science and Biotechnology*, v. 25, n. 2, p. 415 - 424, 2016.

NASCIMENTO, A. M. do C. B. do; NUNES, R. G. F. L.; NUNES, L. A. P. L. Elaboração e avaliação química, biológica e sensorial de conserva de maxixe (*Cucumis Anguria L.*). *ACTA Tecnológica*, v. 6, n. 1, p. 123 - 136, jan/jun., 2011.

NAWIRSKA-OLSZAŃSKA, A. *et al.* Characteristics of organic acids in the fruit of different pumpkin species. *Food Chemistry*, v. 148, p. 415 – 419, 2014.

NGUYEN, D. T. L. A description of the lactic acid bacteria microbiota associated with the production of traditional fermented vegetables in Vietnam. *International Journal of Food Microbiology*, v. 163, p. 19 – 27, 2013.

NUUTILA, A. M. *et al.* Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chemistry*, v. 81, p. 484-493, 2003.

OJOKOH, A. O, OREKOYA, E. S. Effect of fermentation on the proximate composition of the epicarp of watermelon (*Citrullus lanatus*). *Journal of Swarm Intelligence and Evolutionary Computation*, v. 3, 2016.

OJOKOH, A.; BELLO, B. Effect of Fermentation on Nutrient and Anti-nutrient Composition of Millet (*Pennisetum glaucum*) and Soyabean (*Glycine max*) Blend Flours. *Journal of Life Sciences*, v. 8, n. 8, p. 668 – 675, ago., 2014.

OKAFOR, N. 475 p. *Modern Industrial Microbiology and Biotechnology*. Enfield, NH: Blackwell Publishing, 2007.

OMAFUVBE, B. O. Chemical and biochemical changes in African locust bean (*Parkia biglobosa*) and melon (*Citrullus vulgaris*) seeds during fermentation to condiments. *Pakistan Journal of Nutrition*, v. 3, p. 140 – 145, 2004.

ONO, H. *et al.* Monitoring of the microbiota profile in nukadoko, a naturally fermented rice bran bed for pickling vegetables. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 118, n. 5, p. 520 – 525, 2014.

OSENI, O. A.; OKOYE, V. I. Studies of phytochemical and antioxidant properties of the fruit of watermelon (*Citrullus lanatus*). (Thunb.). *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, v. 27, p. 508 – 514, 2013.

PANDA, S. H.; PARMANICK, M.; RAY, R. Lactic acid fermentation of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) into pickles. *Journal of Food Processing and Preservation*, v.31, p. 83 – 101, 2007.

PARAG, H. G.; GOGATE, R. Intensified removal of copper from waste water using activated watermelon based biosorbent in the presence of ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 30, p. 113 – 122; 2016.

PEREIRA, A. S., MIGUEL, D. P., CARVALHO E. E. N. Caracterização de Farinha da Entrecasca de Melancia (*Citrullus lanatus*) Produzida na Região Sul do Tocantins. *Cadernos de Pós-graduação da FAZU*, v. 1, 2010.

PÉREZ-DÍAZ, I. M. *et al.* Fermented and acidified vegetables. In: American Public Health Association. APHA. Committee on Microbiological Methods for Foods. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4.ed. 676 p. Washington, 2001.

PÉREZ-DÍAZ, I. M., *et al.* Fermented and acidified vegetables. In: DOWNES, P., ITO, K. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 4 ed. American Public Health Association, Washington, DC, p. 521 – 532, 2015.

PÉREZ-GUISADO, J., JAKEMAN, P. M. Citrulline malate enhances athletic anaerobic performance and relieves muscle soreness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 24, n. 5, p. 1215 – 1222, mai., 2010.

PERKINS-VEAZIE, P., COLLINS, J.K. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology and Technology*, v. 31, p. 159 – 166, 2004.

PORTELA, J. V. F. Estudo dos aspectos tecnológicos e de qualidade envolvidos no aproveitamento da casca e da polpa da melancia (*citrullus lanatus* schrad). 2009. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2009.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2010. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.rproject.org>>. Acesso em: 17 de maio de 2017.

RAWSON, A. *et al.* Effect of thermosonication on bioactive compounds in watermelon juice. Food Research International , v. 44, p. 1168 – 1173, 2011.

REDDY, N. A.; LAKSHMIPATHY, R.; SARADA, N. C. Application of *Citrullus lanatus* rind as biosorbent for removal of trivalent chromium from aqueous solution. Alexandria Engineering Journal, v. 53, p. 969 – 975; 2014.

RIMANDO, A. M.; PERKINS-VEAZIE, P. M. Determination of citrulline in watermelon rind. Journal of Chromatography A., v. 1078, p. 196 – 200, 2005.

ROMELLE, F. D.; RANI, A.; MANOHAR, R. S. Chemical composition of some selected fruit peels. European Journal of Food Science and Technology, v. 4, n. 4, p.12 - 21, set., 2016.

ROMERO, M. J. *et al.* Therapeutic Use of Citrulline in Cardiovascular Disease. Cardiovascular Drug Reviews, v. 24, n. 3–4, p. 275 – 290, 2006.

ROQUE, V. F.; SELL, I. Alternativas de utilização de resíduos gerados em frigoríficos de aves. 2004. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP1998_ART068.pdf>. Acesso em 08 de junho de 2016.

RORIZ, R. F. C. Aproveitamento dos resíduos alimentícios obtidos das centrais de abastecimento do estado de Goiás s/a para alimentação humana. 2012. 162 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

SANTANA, A. F.; OLIVEIRA, L. F. Aproveitamento da casca de melancia (*Curcubita citrullus*, *Shrad*) na produção artesanal de doces alternativos. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 16, n.4, p. 363-368, out./dez. 2005.

SARI, A. M.; ISHARTANI, D.; DEWANTY, P. S. Effects of microwave power and irradiation time on pectin extraction from watermelon rinds (*Citrullus lanatus*) with acetic acid using microwave assisted extraction method. International Symposium on Food and Agro-biodiversity, 2017.

SCHROEPFER, M.; LUEDERS, J. Information for those who produce and preserve food. Quality for Keeps, University of Missouri, v. 25, n. 4, 2010.

SENA, R. F.; NUNES, M. L. Utilização de resíduos agroindustriais no processamento de rações para carcinicultura. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Bahia, v. 7, n. 2, p. 94-102, 2006.

SEPTEMBRE-MALATERRE, A.; REMIZE, F.; POUCHERET, P. Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. Food Research International, v. 104, p. 86 – 99, 2018.

SERBAI, D. *et al.* Adição de farinha de entrecasca de melancia em “cookies”: análise físico-química e sensorial entre crianças. Revista Uniabeu, v. 8, n. 18, 2015.

SHEN, B. *et al.* Effects of inoculated starter of lactic acid bacteria on quality and microbial diversity of pickled wax gourd in eastern Zhejiang. Journal of Food Processing and Preservation, v. 41, 2017.

SHUKLA, S. Determination of non-volatile and volatile organic acids in Korean traditional fermented soybean paste (Doenjang). Food and Chemical Toxicology, v. 48, p. 2005 – 2010, 2010.

SILVA, A. A. da, *et al.* Análise do consumo alimentar e das técnicas de processamento de alimentos empregados pela comunidade de dois bairros do Município de Seropédica - RJ. Revista Universidade Rural: Série Ciências Humanas, Seropédica, RJ: EDUR, v. 27, n. 1-2, p. 67-76, jan.-dez., 2005.

SILVA, F. M. M. *et al.* Avaliação da influência de diferentes tratamentos térmicos na aceitação da textura e na atitude de consumo de casca de melancia cristalizada. In: VII Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI 2012), Palmas, 2012.

SILVA, L. H. Caracterização físico-química e tecnológica da farinha de soja integral fermentada com *Aspergillus oryzae*. Campinas, v. 15, n. 4, p. 300-306, out./dez. 2012

SILVA, N. *et al.* Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 4 ed. Editora Varela, 2010.

SIMON, A. T.; SATOLO, E.G. Uma análise do complexo sucroalcooleiro sob a ótica da Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM). XVI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Botucatu, São Paulo, 2009.

SIMONNE, A. *et al.* Chemical, physical and sensory characterization of watermelon rind pickles. *Journal of Food Processing Preservation*, v. 26, p. 415 – 431, 2003.

SINGH, A. K. *et al.* Changes in lactic acid bacteria and total bacterial population in sodium substituted mix-vegetable pickle under ambient storage conditions. *International Journal of Chemical Studies*, v. 5, n. 6, p. 261 – 264, 2017.

SOUSA, E. P. *et al.* Análise química da formulação de hambúrguer enriquecido com fibras da casca de melancia desidratadas. *Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)* v.7, n.1, p. 96 – 101, jan./mar., 2012.

SOUZA, F. F.; DIAS, R. C. S.; QUEIROZ, M. A. Aspectos Botânicos. 103 p. In: SOUZA, F. F. (ed). *Cultivo da melancia em Rondônia*. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2008.

STATISTA. *The Statistics Portal*. U.S. population: Consumption of pickles from 2011 to 2020. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/283153/us-households-consumption-of-pickles-trend/>>. Acesso em: 15 de junho de 2016.

TARAKCI, Z.; DOGAN, I. S.; KOCA, A. F. A traditional fermented Turkish soup, tarhana, formulated with corn flour and whey. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 39, p. 455–458, 2004.

TARAZONA-DÍAZ, M. P. *et al.* Bioactive compounds from flesh and by-product of fresh-cut watermelon cultivars. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, v. 91, p. 805 – 812, 2011.

TARAZONA-DÍAZ, M. P. *et al.* Watermelon juice: A potential functional drink for sore muscle relief in athletes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 61, p. 7522 – 7528, 2013

TLILI, I., *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activities during fruit ripening of watermelon cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 24, p. 923 – 928, 2011.

UENOJO, M.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 616 - 622, 2007.

VALDEZ-FRAGOSO, A. *et al.* Cherry pepper pickling: Mass transport and firmness parameters and stability indicators. *Journal of Food Engineering*, v. 95, p. 648 – 655, 2009.

VAN DOKKUM, W. Propriedades funcionais de fibras alimentares, amido resistente e oligossacarídeos não digeríveis. In: COSTA, N.M.B.; ROSA, C.O.B. (Ed). *Alimentos funcionais: benefícios para a saúde*. 20 p. Viçosa, Editora: Rubio, 2008.

VIEIRA NETO, J.; GONÇALVES P. A. S. Resíduos de agrotóxicos em pepinos para conserva *in natura* e industrializados. *Horticultura Brasileira*, v. 34, p. 126-129, 2016.

VIEIRA, A. C. Desenvolvimento de metodologia analítica por cromatografia líquida de alta eficiência e eletroforese capilar para análise de citrulina em matrizes biológicas. 2014. 109 p. Dissertação (Mestrado em Farmácia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2014.

WILSON, E. D.; SANTOS, A. C.; VIEIRA, E. C. Energia In: DUTRA OLIVEIRA, J. E.; SANTOS, A. C.; WILSON, E. D. *Nutrição básica*, São Paulo, Ed. Savier, 80 p., 1982.

WOLF, M. J., *et al.* Validation comparing the effectiveness of a lactic acid dip with a lactic acid spray for reducing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and non-O157 Shiga toxinogenic *Escherichia coli* on beef trim and ground beef. *Journal of Food Protection*, v. 75, n. 11, p. 1968–1973, 2012.

XIA, X. *et al.* Monitoring of the bacterial communities of bamboo shoots (*Dendrocalamus latiflorus*) during pickling process. International Journal of Food Science and Technology, v. 52, p. 1101 – 1110, 2017a.

XIA, Y. *et al.* Characterization and selection of *Lactobacillus brevis* starter for nitrite degradation of Chinese pickle. Food Control, v. 78, p. 126 – 131, 2017.

YADLA, A. K., *et al.* Development of Watermelon rind incorporated Fruit butter. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), v. 2, 2013.

YIN, X. *et al.* Metabolic engineering in the biotechnological production of organic acids in the tricarboxylic acid cycle of microorganisms: Advances and prospects. Biotechnology Advances, v. 33, p. 830 – 841, 2015.

YOON, K. Y.; WOODAMS, E. E.; HANG, Y. D. Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. LWT - Food Science and Technology, v. 38, p. 73 – 75, fev., 2005.

YU, J., *et al.* Identification and characterization of lactic acid bacteria isolated from traditional pickles in Sichuan, China. The Journal of General and Applied Microbiology, v. 58, p. 163 – 172, 2012.

ZHANG, F. *et al.* Kinetics of texture change of bamboo shoots during pickling process. Journal of Food Process Engineering, v. 40, n. 2, 2017.

APÊNDICE A – FICHA DE RESPOSTA PARA O TESTE DE ACEITAÇÃO

Nome: _____ **Idade:** _____ anos **Profissão:** _____ **Data:** ____/____/____

Por favor, avalie a amostra servida e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a resposta que melhor reflita o seu julgamento.

Código da amostra	Atributos					Intenção de compra
	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global	

Escala de atributos

- (9) Gostei extremamente;
- (8) Gostei muito;
- (7) Gostei moderadamente;
- (6) Gostei ligeiramente;
- (5) Indiferente;
- (4) Desgostei ligeiramente;
- (3) Desgostei moderadamente;
- (2) Desgostei muito;
- (1) Desgostei extremamente.

Escala de intenção de compra

- (5) Definitivamente compraria;
- (4) Provavelmente compraria;
- (3) Indiferente;
- (2) Provavelmente não compraria;
- (1) Definitivamente não